



Universitat de Lleida



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària

Projecte Final de Carrera

ESTUDI DE L'EFECTE DE L'AIGUA DE REG EN LA
PRODUCCIÓ I QUALITAT DE PRÉSSEC PER A INDÚSTRIA
(4RT ANY EXPERIMENTAL)

Joan Lordan Sanahuja

Lleida, desembre de 2009

Projecte Final de Carrera d'Enginyeria Agrònoma

Tutor: Josep M^a Villar Mir

Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida

Cotutor: Josep Rufat Lamarca

Àrea de Tecnologia del Reg. Centre IRTA Lleida

AGRAÏMENTS:

A Josep M. Villar Mir i Josep Rufat Lamarca, tutor i cotutor d'aquest treball, per la seva guia i ajuda durant el transcurs d'aquest projecte.

A Xavi Domingo Martínez i Laia Villar Gabernet, per la gran col·laboració en la elaboració d'aquest estudi.

A l'equip d'investigadors del departament de Tecnologia del Reg del centre UdL IRTA de R+D, per l'ajuda i col·laboració en la realització d'aquest projecte.

A l'empresa Agrocemeli SCCL., per la seva col·laboració, indispensable, en la realització d'aquest projecte.

A l'empresa Lab-Ferrer i Indulleida S.A., pel recolzament tècnic en la realització d'aquest projecte.

Als meus amics i companys de carrera, per haver-me aguantat, aconsellat i recolzat en moments de desconcert.

Molt especialment, a la meua família per haver estat sempre al meu costat tant en els bons moments com en els difícils. Gràcies als pares, al Jaume i a la Glòria.

ÍNDIX GENERAL

Índex de figures	iv
Índex de taules	ix
1 Introducció i objectius	1
1.1 Estat actual del cultiu de presseguer: producció i comercialització	2
1.2 Antecedents	5
1.3 Objectius.....	11
2 Materials i mètodes	11
2.1 Descripció de l'estudi	12
2.1.1 Localització de la parcel·la experimental.....	12
2.1.2 Característiques de la plantació	14
2.1.2.1 Característiques generals.....	14
2.1.2.2 Material vegetal.....	14
2.1.3 Característiques del medi.....	16
2.1.3.1 Característiques edàfiques.....	16
2.1.3.2 Característiques climàtiques.....	19
2.1.3.3 Exigències climàtiques del presseguer	20
2.2 Disseny de l'assaig	21
2.2.1 Característiques de les parcel·les elementals	21
2.2.2 Definició dels tractaments	21
2.3 Cicle del cultiu.....	22
2.4 Càlcul de les necessitats d'aigua de reg.....	23
2.4.1 Uniformitat d'aplicació: coeficient d'uniformitat (CU)	23
2.4.2 Evapotranspiració de referència i càlcul de l'ET _c per al presseguer.....	24
2.4.3 Càlcul de les necessitats de reg.....	26
2.5 El balanç de radiació i el balanç d'energia	26
2.6 Mesura del contingut d'aigua al sòl.....	29
2.7 Creixement del fruit: dendrometria i mostreig	29
2.8 Matèria fresca i matèria seca del fruit	31

2.9	Potencial hídric de tija	31
2.10	Conductància estomàtica	32
2.11	Creixement del diàmetre del tronc	33
2.12	Paràmetres productius.....	33
2.13	Paràmetres de qualitat.....	34
2.13.1	Concentració de sòlids solubles	34
2.13.2	Acidesa	34
2.13.3	Fermesa	34
2.13.4	Color.....	35
2.14	Anàlisi estadística.....	35
3	Resultats	36
3.1	Caracterització de les condicions meteorològiques.....	37
3.2	Balanç de radiació	39
3.2.1	Radiació solar global	39
3.2.2	Evolució de l'albedo sobre coberta vegetal de presseguer	42
3.2.3	Radiació neta.....	44
3.3	Balanç d'energia.....	46
3.3.1	Estudi del vent sobre la coberta vegetal de presseguer.....	46
3.3.2	Estudi de la temperatura a la coberta vegetal de Presseguer	47
3.3.3	Estudi del dèficit de pressió de vapor (VPD) a la coberta vegetal de presseguer..	48
3.4	Aplicació directa de l'equació Penman – Monteith per estimar l'et del presseguer .	49
3.5	Aigua aplicada i relacions hídriques en el sòl i la planta.....	52
3.5.1	Aigua aplicada	52
3.5.2	Evolució del contingut d'aigua al sòl.....	54
3.5.3	Evolució del potencial hídric de tija (Ψ_{tija})	57
3.5.4	Dendrometria de tronc	60
3.6	Creixement del fruit.....	62
3.7	Paràmetres productius.....	65
3.7.1	Matèria seca del fruit	65
3.7.2	Matèria fresca del fruit.....	67
3.7.3	Producció caiguda de l'arbre	68

3.7.3	Producció final	69
3.8	Paràmetres qualitatius	72
3.8.1	Concentració de sòlids solubles	72
3.8.2	Acidesa	73
3.8.3	Fermesa	74
3.8.4	Color	75
3.9	Efecte dels tractaments de reg sobre la producció i la qualitat del préssec per indústria (últims 4 anys)	77
4	Discussió	78
4.1	Discussió dels resultats	79
4.1.1	Balanç de radiació, balanç d'energia i càlcul de l'et del presseguer	79
4.1.2	Efecte dels tractaments de reg sobre l'estat del cultiu, la producció i la qualitat dels fruits	82
5	Conclusions	87
5.1	Conclusions generals	88
6	Referències bibliogràfiques	90
6.1	Referències bibliogràfiques	91
	Annexe I	98
	Annex II	104

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1.1. Producció percentual a nivell mundial de préssec i nectarina per a l'any 2007 (FAOSTAT, 2009).

Figura 1.2. Evolució de la producció de préssec i nectarina a l'estat Espanyol (MARM, 2009).

Figura 1.3. Patró típic de creixement de brots i fruit per (a) préssec i (b) pera (Goodwin i Boland, 2001).

Figura 2.1. Mapa de localització de la finca experimental (Google, 2009; Tele Atlas, 2009).

Figura 2.2. Fotografia aèria de la finca de presseguers distribuïda en diferents sectors (Google, 2009; Institut Cartogràfic de Catalunya, 2009).

Figura 2.3. Fotografia de la finca experimental de plantació de presseguers (IRTA, 2008).

Figura 2.4. – Annex I - Mapa del disseny experimental amb la distribució dels tractaments en les diferents parcel·les elementals (PE).

Figura 2.5. Fotografia, esquema i instal·lació en la finca del radiòmetre net CNR1 (Villar, 2009; Campbell Scientific 2009).

Figura 2.6. Esquema i fotografia d'instal·lació en la finca de les sondes d'humitat ECH2O.

Figura 2.7. Fotografia del procediment per a la mesura del potencial hídric en fulla i fotografia de fulla embossada.

Figura 3.1. Distribució de la precipitació per a l'any 2009 i comparació d'aquesta amb l'històrica (1971 – 2000); MARM 2009; XAC, 2009).

Figura 3.2. Distribució de l'evapotranspiració potencial de referència (FAO/Penman-Monteith) per a l'any 2009 i comparació d'aquesta amb la històrica (XAC, 2009).

Figura 3.3. Distribució de la precipitació i de l'evapotranspiració potencial de referència (FAO/Penman-Monteith) per a l'any 2009 (XAC, 2009).

Figura 3.4. Evolució de la radiació extraterrestre (R_a), la radiació solar potencial (R_{so}) i la radiació solar mesurada (St) al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.5. Comparació de l'evolució del dèficit de radiació ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) i la distribució de la precipitació (mm) al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.6. Evolució horària de la radiació solar mesurada (St) i la radiació solar potencial teòrica (R_{so}) pel dia 26/07/2009.

Figura 3.7. Evolució horària de la radiació solar mesurada (St) i la radiació solar potencial teòrica (R_{so}) pel dia 22/07/2009.

Figura 3.8. Evolució horària de la radiació solar mesurada (St) i la radiació solar potencial teòrica (R_{so}) pel dia 09/08/2009.

Figura 3.9. Evolució de l'albedo (mitja 8-16 h i mitja 12-13 h) al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.10. Evolució de l'albedo entre les 8 - 16 h solars pels dies 22/07/09, 26/07/09 i 09/08/09.

Figura 3.11. Evolució de la radiació solar (St) i la radiació neta total (R_n) al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.12. Correlació lineal entre la radiació solar (St) i la radiació neta total (R_n). Model altament significatiu (***)

Figura 3.13. Perfil de velocitat del vent (m s^{-1}) sobre la coberta vegetal de presseguer.

Figura 3.14. Perfil de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) a l'interior de la coberta vegetal de presseguer.

Figura 3.15. Perfil de dèficit de pressió de vapor (VPD; kPa) a l'interior de la coberta vegetal de presseguer.

Figura 3.16. Diferents models de càlcul de l'evapotranspiració acumulada del cultiu en comparació amb $\text{Reg} + \text{Pef}$ ($rS = 150 \text{ s m}^{-1}$).

Figura 3.17. Diferents models de càlcul de l'evapotranspiració acumulada del cultiu en comparació amb Reg + Pef ($rS= 310 \text{ s m}^{-1}$).

Figura 3.18. Correlació lineal del model ET Pp-PM amb el model Reg + Pef ($rS= 310 \text{ s m}^{-1}$).

Figura 3.19. Correlació lineal del model ETo XAC*Kc amb el model Reg + Pef.

Figura 3.20. Evolució de l'aigua de reg aplicada per tractament

Figura 3.21. Total d'aigua de reg aplicada en els diferents tractaments de reg durant tot el cicle del cultiu.

Figura 3.22. Evolució de la dosi de reg aplicada en R – II i R – III respecte R – 100 (en %).

Figura 3.23. Evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 20 (R – 100) durant la 3a setmana del mes de juliol del 2009.

Figura 3.24. Evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 20 (R – 100) i en la PE núm. 16 (R – III) durant la fase III de creixement del fruit.

Figura 3.25. Relació del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 16 (R – III) respecte el contingut de la PE núm. 20 (R – 100) al punt màxim de contingut d'aigua al sòl la fase III de creixement del fruit.

Figura 3.26. Relació del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 16 (R – III) respecte el contingut de la PE núm. 20 (R – 100) total d'un cicle de reg durant la fase III de creixement del fruit.

Figura 3.27. Evolució del potencial hídric de tija en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.28. Evolució horària del potencial hídric de tija en els diferents tractaments de reg pel dia 18/06/2009.

Figura 3.29. Evolució horària del potencial hídric de tija en els diferents tractaments de reg pel dia 28/07/2009.

Figura 3.30. Nivell final de potencial hídric de tija assolit al final de la fase II (18/06/2009) pels diferents tractaments de reg.

Figura 3.31. Nivell final de potencial hídric de tija assolit al final de la fase III (28/07/2009) pels diferents tractaments de reg.

Figura 3.32. Evolució del creixement del tronc pels diferents tractaments de reg durant la fase III.

Figura 3.33. Evolució del creixement del tronc pels diferents tractaments de reg durant la fase III (detall).

Figura 3.34. Evolució del diàmetre del fruit en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.35. Diàmetre final del fruit assolit en els diferents tractaments de reg el dia de la collita.

Figura 3.36. Creixement relatiu acumulat del fruit pels diferents tractaments de reg durant la fase II.

Figura 3.37. Creixement relatiu acumulat dels fruit pels diferents tractaments de reg durant la fase III.

Figura 3.38. Evolució del percentatge de matèria seca del fruit en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.39. Percentatge de matèria seca del fruit final en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.40. Evolució de la producció de polpa seca en els tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.41. Evolució de la producció (pes fresc dels fruits) en els tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

Figura 3.42. Valor final del pes fresc del fruit en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.43. Percentatge de fruita caiguda de l'arbre en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.44. Càrrega total de fruits (fruits caiguts al terra + fruits en collita) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.45. Producció de fruita en collita (kg arbre-1) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.46. Producció de polpa seca total (fruits caiguts al terra + fruits en collita; kg arbre-1) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.47. Producció de polpa seca en collita (kg arbre-1) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.48. Evolució del contingut de sòlids solubles (°Brix) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.49. Contingut final de sòlids solubles (°Brix) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.50. Valor final d'acidesa (% v/v) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.51. Evolució de la fermesa dels fruits (N cm-2) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.52. Valor final de fermesa dels fruit (N cm-2) en els diferents tractaments de reg.

Figura 3.53. – Annex I – Velocitat màxima del vent al llarg del cicle del cultiu.

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1.1. – Annex I - Sèrie històrica de superfície, arbres disseminats, rendiment, producció i valor de la producció de préssec i nectarina a l'estat Espanyol (MARM, 2009).

Taula 1.2. – Annex I - Producció i destinació de la producció de préssec i nectarina en les diferents províncies de Catalunya per a l'any 2007 (DAR, 2009).

Taula 1.3. Resum dels resultants més significatius dels estudis de Girona (1989), Girona et al. (1993) i Girona et al. (2002) en experiments de RDC en préssec (Girona, 2002).

Taula 2.1. Anàlisi de sòls de la finca (Applus, 2006; Applus, 2009).

Taula 2.2. Propietats físiques del sòl.

Taula 2.3. Valors mitjans de les variables climàtiques de temperatura i humitat pels anys 1989 – 2005 i de radiació pels anys 1998 – 2009 (XAC, 2009).

Taula 2.4. Estats fenològics del cultiu de presseguer per a l'any 2009.

Taula 2.5. Coeficients de cultiu (K_c) per a presseguer en varietat d'agost (Girona, 1996).

Taula 2.6. – Annex I - Disposició i profunditat d'instal·lació de les sondes d'humitat ECH2O (Decagon) en les P.E.

Taula 3.1. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de correlació entre les variables St i R_n

Taula 3.2. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells aigua de reg total aplicada pels diferents tractaments de reg.

Taula 3.3. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells de potencial hídric de fulla final fase II.

Taula 3.4. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells de potencial hídric de fulla final fase III.

Taula 3.5. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable diàmetre final del fruit (mm).

Taula 3.6. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable proporció de matèria seca (p/p %).

Taula 3.7. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable pes fresc final del fruit (g).

Taula 3.8. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable percentatge de fruits caiguts per arbre (p/p %).

Taula 3.9. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable càrrega de fruits (número de fruits per arbre).

Taula 3.10. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció final de collita (kg per arbre).

Taula 3.11. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció total de polpa seca (kg per arbre).

Taula 3.12. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció de polpa seca en collita (kg per arbre).

Taula 3.13. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable concentració de sòlids solubles (°Brix).

Taula 3.14. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable acidesa (%).

Taula 3.15. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable fermesa (N cm⁻²).

Taula 3.16. Valors finals dels paràmetres CIELAB en els diferents tractaments de reg.

Taula 3.17. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable color (paràmetres L*, a*, b*, C*, H* del sistema CIELAB).

Taula 3.18. Resultat de l'efecte dels tractaments de reg sobre la producció i la qualitat de préssec per indústria (any 2009).

Taula 3.19. Resultat dels paràmetres productius i qualitatius més importants pels diferents tractaments de reg (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.20. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells d'aigua de reg total aplicada pels diferents tractaments de reg (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.21. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció total (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.22. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable proporció de matèria seca del fruit (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.23. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció de matèria seca total (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.24. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable concentració de sòlids solubles (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.25. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable fermesa (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.26. - Annex II - Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable IWUE (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Taula 3.27. - Annex I – Precipitació a la finca al llarg del cicle del cultiu.

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1 ESTAT ACTUAL DEL CULTIU DE PRESSEGUER: PRODUCCIÓ I COMERCIALITZACIÓ

El cultiu de presseguer [*Prunus persica* (L.) Batsch.] és en termes de producció i consum un dels cultius fruiters més importants, tant en l'àmbit local com en l'internacional. La plana de Lleida és la zona més productiva d'Espanya i aquesta al mateix temps ho és d'Europa.

La producció mundial de préssec i nectarines l'any 2007 fou de 17.439.531 tones, la concentració més alta d'aquest cultiu es troba justament a l'arc del Mediterrani (FAO, 2007). Espanya, amb gairebé el 7% del total de la producció mundial es troba situada en tercera posició pel que fa al rànquing mundial de productors (Figura 1.1).

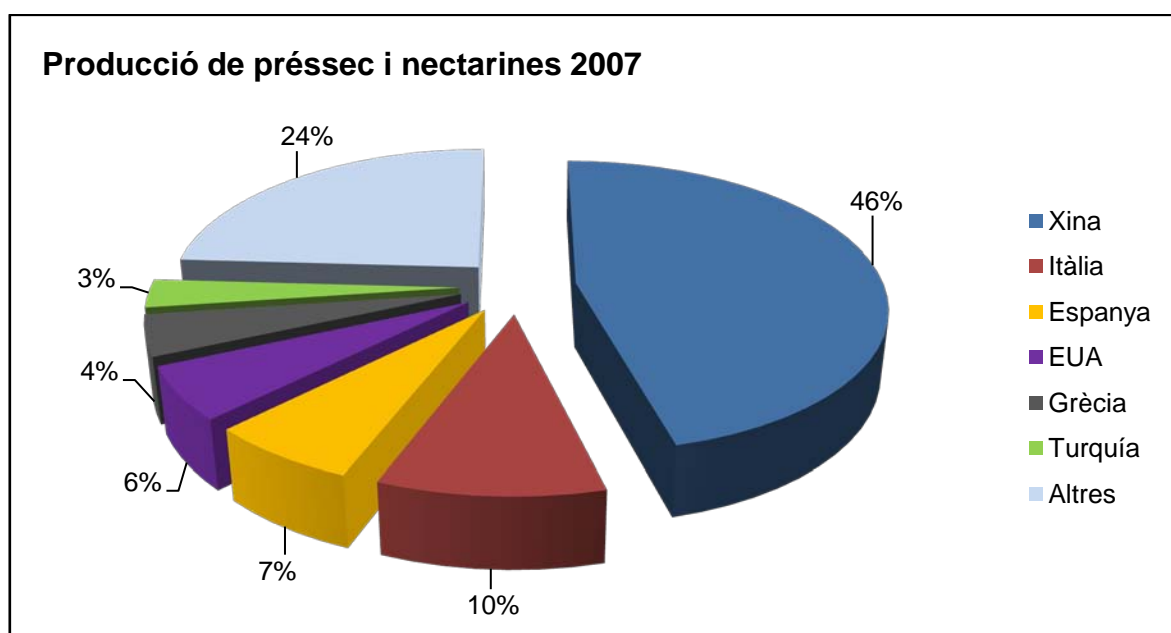


Figura 1.1. Producció percentual a nivell mundial de préssec i nectarina per a l'any 2007 (FAOSTAT, 2009).

En referència a l'evolució de l'ocupació de la superfície dedicada al cultiu de préssec i nectarina a l'Estat Espanyol s'observa un creixement progressiu a partir dels anys 80; de les 45.000 ha dedicades a aquest cultiu l'any 1980, es passa a 68.000 ha l'any 1990 i

posteriorment a les 73.000 ha l'any 2006 (MARM, 2009). La producció de préssec creix força durant l'última dècada, aquest fet es deu en part a l'augment de la superfície dedicada a aquest cultiu així com a l'augment del rendiment, de 8.870 kg ha⁻¹ l'any 1990 a 16.500 kg ha⁻¹ l'any 2007 (Annex I, Taula 1.1). En analitzar les dades d'evolució de la producció, s'observa com en els darrers anys la producció de préssec a nivell nacional s'estabilitza en un llindar comprés entre 900 i 1.300 milers de tones (Figura 1.2).

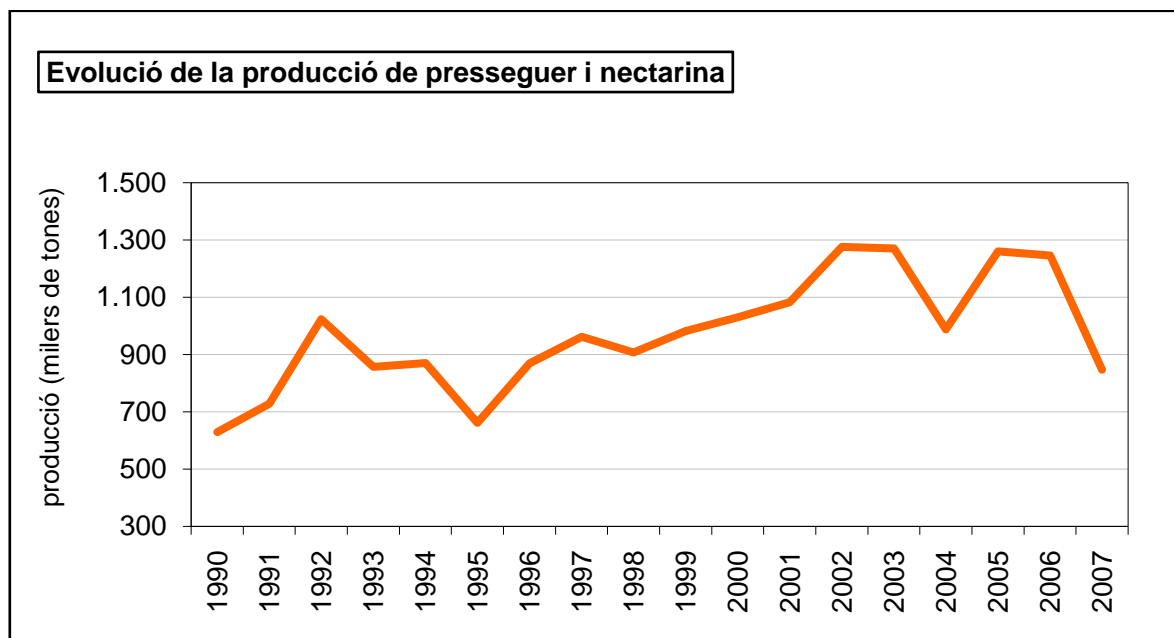


Figura 1.2. Evolució de la producció de préssec i nectarina a l'estat Espanyol (MARM, 2009).

Catalunya, amb una producció de gairebé 320.000 tones l'any 2007, és la comunitat autònoma amb una major producció de préssec i nectarina de tot l'estat Espanyol. Catalunya representa el 38% del total de producció estatal, seguit per Aragó i Múrcia amb un 36% i 28% del total estatal, respectivament (MARM, 2009).

La producció de préssec i nectarina a nivell de Catalunya es concentra a la regió de la plana de Lleida, amb una producció de 268.474 tones l'any 2007 (que representa el 84% de la producció en l'àmbit català). Tanmateix, la superfície de préssec i nectarina a Lleida en els últims anys s'ha anat incrementant i es preveu que ho segueixi fent en els propers anys donada l'acceptació de la producció lleidatana als mercats europeus. Les zones lleidatanes de major producció són el Baix Segrià, amb Aitona, Seròs i Soses al capdavant,

el Mig Segrià amb Alcarràs, Torres de Segre i Lleida i el Segrià nord amb Albesa, Alfarràs i Almenar (DAR, 2009.)

La major part de la producció es destina al consum en fresc, tan sols una petita part (el 7% del global, l'any 2007) es destina a la transformació, ja sigui per a l'elaboració de suc, concentrats, cremogenats (o puré) o bé fibres de fruita (Annex I, Taula 1.2)

Els principals problemes acusats per la majoria dels països productors, en ordre d'importància, són: baixa qualitat i conseqüent problemàtica en el consum, costos de producció alts en comparació amb altres cultius, competència internacional i la sobreproducció (Fideghelli *et al.*, 1998). D'altra banda però, la tecnificació dels productors de préssec i nectarina ha anat en augment gràcies, en bona part, a les Agrupacions de Defensa Vegetal, als tècnics agrícoles i als centres d'investigació i recerca en fructicultura com ara l'IRTA i més concretament a Lleida (DAR, 2009). Aquesta tecnificació té com a objectiu una producció de qualitat així com la protecció del medi ambient i del consumidor. La innovació en la tecnologia de producció és també un punt estratègic que es planteja com a objectiu millorar els factors de producció, la investigació i la recerca en aquest àmbit que permeten assolir els objectius anteriorment esmentats de qualitat i protecció.

Per poder desenvolupar una tecnologia de producció adient és important conèixer el cultiu i la seva resposta al medi de producció. Cal recordar que ens trobem en la zona de l'arc del Mediterrani, on el principal factor de producció limitant és la disponibilitat d'aigua. La millora de la gestió de l'aigua és crucial en la nostra zona de producció, on és tracta d'un recurs de disponibilitat variable i en alguns anys escassa. L'aigua de reg és una necessitat estratègica per l'alimentació bàsica d'un país (es necessita uns 10.400 litres al dia per a produir els aliments que necessita una família de 4 persones al dia). A Catalunya, només produïm el 40% dels aliments que consumim (DAR, 2009).

La dotació d'un reg tradicional en arbres fruiters és d'aproximadament uns 8.000 m³ha⁻¹ i any, mentre que un reg complet modernitzat es situa sobre els 6.500 m³ha⁻¹ i any, i el reg de suport com a màxim és de 3.500 m³ha⁻¹ i any. Amb la innovació i implantació d'aquestes tècniques de regadiu s'aconsegueix d'una banda la reducció del consum d'aigua en el sistema de cultiu i per l'altra una major eficiència en el seu ús, ja que el rendiment del

cultiu sol augmentar. La modernització d' aproximadament 175.000 ha de reg tradicional existent podria representar la disponibilitat per altres usos d'uns 400 hm³ anuals, el que representa la capacitat aproximada de l'embassament de Rialb (DAR, 2009).

És un fet concloent doncs, que cal desenvolupar l'ús de tècniques que permetin l'estalvi d'aigua en producció de fruiters. Existeix un ampli ventall de tècniques i mesures per tal d'assolir aquest objectiu, en aquest cas el present projecte tracta algunes d'elles.

El present projecte forma part d'un estudi plurianual (aquest serà el 4rt any), en el que participen l'ETSEA UdL, el centre UdL IRTA de R+D i les empreses INDULLEIDA, S.A. i LAB – FERRER. Es tracta d'un projecte INIA de R+D el qual es centra en l'estudi i desenvolupament de diferents estratègies de reg (planificació, programació i tecnologia de reg) i de diferents estratègies d'adobat nitrogenat (aplicació de diferents dosis). D'aquesta manera s'estableixen 3 tractaments diferents de reg (un tractament de reg complet i dos tractaments de reg deficitari controlat) i s'estudia la resposta del cultiu en relació a la producció i qualitat del fruit.

1.2 ANTECEDENTS

A nivell mundial l'aigua fàcilment disponible per l'ús agrícola està disminuint i, donat que és previsible que hi hagi períodes d'escassetat d'aigua, existeix la necessitat d'incrementar l'eficiència en l'ús de l'aigua (*water use efficiency*, WUE), d'una banda mitjançant la millora genètica i les pràctiques culturals i de maneig, o bé per l'altra mitjançant la millora en la programació de reg. El reg és l'activitat agrícola més important, i és l'operació que es practica de forma més intensiva al llarg del cicle del cultiu. El rendiment dels presseguers, per exemple la producció del cultiu, mida del fruit, qualitat del fruit, i productivitat a llarg termini són altament dependents del reg (Naor, 2006).

La història més recent sobre reg deficitari controlat (*regulated deficit irrigation*, RDI) va començar amb els treballs publicats per Chalmers *et al.* (1981) en préssec. Malgrat tot la terminologia RDI va ser citada per primer cop en els estudis de RDI en cultiu de pera

per Mitchell *et al.* (1984). Tot i que la idea de millorar alguns paràmetres del fruit mitjançant la reducció de l'aigua de reg no era nova, l'aproximació en com fer-ho possible proposada per l'equip d'investigadors australians era atractiva (Girona, 2002).

En un principi, el reg deficitari controlat (RDC) fou desenvolupat per controlar el vigor vegetatiu en plantacions d'alta densitat amb l'objectiu d'optimitzar la mida del fruit, la producció i la qualitat del fruit. El RDC és usualment aplicat durant el període de baix creixement del fruit coincident amb el període d'alt creixement vegetatiu (Figura 1.3). Malgrat tot, també pot ser aplicat després de la collita en varietats de maduració primerenca. A més, el RDC pot generar un estalvi d'aigua considerable. Així, és molt útil per tal de reduir l'excés de vigor vegetatiu, i també per minimitzar les pèrdues de nutrients i aigua de reg per rentat (Goodwin i Boland, 2001; a Goulburn Valley, sud-est d'Austràlia).

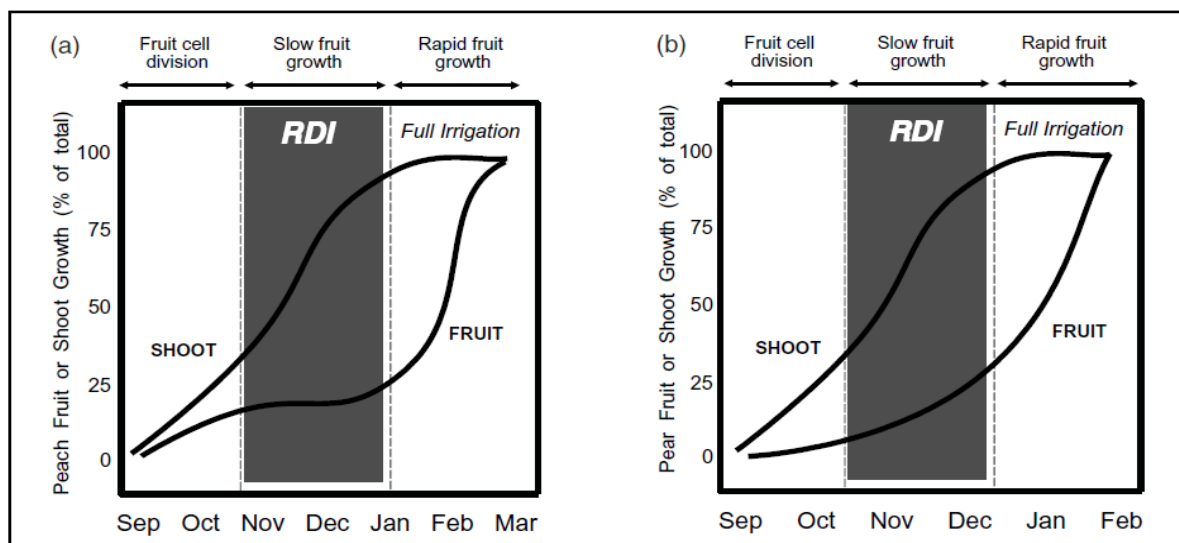


Figura 1.3. Patró típic de creixement de brots i fruit per (a) préssec i (b) pera (Goodwin i Boland, 2001).

L'aplicació de RDC millora l'eficiència en l'ús de l'aigua (*water use efficiency*, WUE). Mitchell i Chalmers (1982) trobaren que la WUE, expressada com a producció per unitat de reg aplicada, incrementava de 4,9 a 8,0 kg m⁻³ sota condicions de RDC en préssec per indústria, amb un rendiment de 48 t ha⁻¹. De forma similar, Mitchell *et al.* (1989) trobaren que la WUE incrementava de 12,5 a 22 kg m⁻³ sota condicions de RDC en peres cv. Williams que produïen aproximadament 90 t ha⁻¹. A Goulburn Valley, al sud-est d'Austràlia aquestes millores en la WUE podrien dur a estalvis d'aigua de fins a 3.000 i 2.000 m³ha⁻¹ en préssec i pera, respectivament. Seguint en aquesta línia, a Xina s'han

presentat estudis que inclús presenten un estalvi més gran d'aigua en préssec (Goodwin *et al.*, 1998; Boland i Goodwin, 2001).

L'increment en la WUE sota condicions de RDC es deu en gran part a la reducció de la transpiració per part del cultiu, la qual pot ser de fins al 50% (Boland *et al.*, 1993b). La reducció en la transpiració sembla ser atribuïble al tancament parcial d'estomes. Malgrat la reducció en la transpiració, increments mesurats en el potencial osmòtic del fruit (Jerie *et al.*, 1989) indiquen que l'acumulació de pes sec del fruit no resulta penalitzada. D'aquesta manera, també ho argumenten altres estudis en pera asiàtica (Behboudian *et al.*, 1994), pomelo (Cohen i Goell, 1988) i poma (Failla *et al.*, 1992), i es creu que pot ser un mecanisme d'adaptació en front l'estrès hídric (Mitchell *et al.*, 1994). Tant el moment com el nivell d'estrès hídric a aplicar són crucials per tal de tenir èxit en la aplicació de RDC. És necessari considerar aquests factors en relació al creixement i desenvolupament de les espècies en qüestió. Addicionalment, és necessari adoptar tècniques modernes per a la programació de regs les quals permetin una avaluació adequada de l'estrès hídric en qualsevol medi (Boland i Goodwin, 2001).

El RDC es basa en la tesi que estableix la divisió del cicle del cultiu en estadis de creixement del fruit. Així, cal considerar diferents estadis amb diferents necessitats hídriques i com a conseqüència diferents respostes enfront de l'estrès hídric.

Existeixen diverses tècniques que ens permeten mesurar l'estat hídric de la planta, les més fiables són aquelles que es basen en els indicadors fisiològics de la planta. Els indicadors fisiològics ens proporcionen una informació fidedigna de l'estat del cultiu ja que estan relacionats directament amb les condicions del sòl i el clima, així com amb la productivitat del cultiu (Remorini i Massai, 2003; Jones, 2004; Ortuño *et al.*, 2006b). La reducció diària màxima (*maximum daily shrinkage*, MDS) del diàmetre del tronc (Garnier i Berger, 1986; Intrigliolo i Castel, 2004) i el potencial hídric de tija (*stem water potential*, Ψ_{stem} ; McCutchan i Shackel, 1992; Choné *et al.*, 2001) són els indicadors d'estrès hídric més útils que han estat citats en la literatura que tracta sobre el reg (De Swaef *et al.*, 2008). Malgrat tot, aquests indicadors basats en l'estat hídric de la planta requereixen una

referència o llindar de valors amb els quals pugui ser comparat el valor mesurat (Ferreres i Goldhamer, 2003; Jones 2004; Steppe *et al.*, 2008).

El préssec, a l'igual que tots els fruits de pinyol, presenta un creixement de doble sigmoide (o doble S) que podem dividir en tres estadis (o fases): Fase I – fase de creixement primari del fruit, caracteritzada per la gran quantitat de divisions cel·lulars i la diferenciació de les parts del fruit – comença amb el final de la floració (i quallat del fruit) i acaba amb el començament d'enduriment del pinyol; Fase II – fase d'enduriment del pinyol (lignificació de l'endocarp) – dura d'una a cinc setmanes, depenent del règim de temperatures i la varietat de préssec; Fase III – fase de creixement expansiu del fruit – dura de quatre a sis setmanes i culmina amb la maduració del fruit (Figura 1.3.a).

S'han dut a terme diversos estudis sobre els efectes de RDC en el cultiu del presseguer. Els estudis han estat realitzats en diferents condicions (cultivars, profunditat i textura del sòl, edat del cultiu, densitat de plantació, etc.) i amb diferents objectius (per tal d'avaluar l'efecte de l'estrès hídric en el creixement vegetatiu, components de rendiment, components de qualitat, etc.), és per això que cal saber interpretar els resultats d'aquests estudis ja que no tots són directament extrapolables. Segons un estudi realitzat per Girona (2002), resulta convenient diferenciar els estudis realitzats en RDC en cultiu de préssec en dos grups: el primer per aquells estudis realitzats en sòls superficials i el segon per aquells estudis realitzats en sòls profunds amb una major retenció d'aigua.

En referència al primer grup, els primers estudis van ser realitzats a Austràlia i foren publicats per Chalmers *et al.* (1981) i Mitchell i Chalmers (1982) en els quals, amb un sòl molt superficial i baixa capacitat de retenció d'aigua, el creixement vegetatiu fou significativament reduït tant bon punt s'aplicava estrès hídric en les fases I i II de creixement, encara que no fou tan clar quan es sotmetia el cultiu a RDC només durant la fase II. En aquests estudis, l'equip australià assenyala un increment de la producció pel RDC en fase II, i inclús en un cas una major mida mitjana del fruit, en RDC. Tots els tractaments de RDC van permetre estalviar entre un 10% i 20% d'aigua de reg. Li *et al.*, (1989), treballant amb un cultivar de maduració tardana (cv. Merill Sundance) i amb sòls pedregosos amb molt baixa capacitat d'aigua, indicaren que aplicant una restricció d'aigua en fase I la mida mitjana del fruit era més alta, i que la producció bruta s'incrementà en el

primer any experimental ja que la caiguda de fruits va ser menor en els tractaments de RDC. El creixement vegetatiu fou reduït en tots els tractaments de RDC i es va estalviar entre un 13% i 21% en aigua de reg. També van indicar una millora en el contingut de sòlids solubles quan s'aplicava RDC. L'últim estudi a analitzar en sòls superficials (Girona *et al.*, 2002) treballant amb un cultivar de maduració tardana (cv. Sudanell) a la plana de Lleida, assenyalava que l'aplicació d'RDC en fase II reduïa clarament el creixement vegetatiu, incrementava la càrrega de fruits (els primers anys principalment degut a la menor caiguda de fruits) i conseqüentment la producció (Taula 1.3). La mida mitjana del fruit fou normalment relacionada amb la càrrega de fruits, i només per al segon any experimental (amb una càrrega de fruits molt baixa) la mida mitjana del fruit s'incrementà amb els tractaments de RDC (Girona, 2002).

Taula 1.3. Resum dels resultants més significatius dels estudis de Girona (1989), Girona *et al.* (1993) i Girona *et al.* (2002) en experiments de RDC en préssec (Girona, 2002).

Ref.	Irrigation (mm)	Water Savings		Harvest Year	Plant Space (m)	Age	Fruit Load		Water Stress Stage			Gross Yield		Canning Yield		Fruit Size	
		(mm)	(%)				#	Val	I	II	III	K/t	Val	K/t	Val	(g)	Val
Girona <i>et al.</i> , 2002	764	39	5	1994	5x3	5	424	≈↑		X		54	≈↑	--	--	131	≈
	635	84	13	1995	5x3	6	37	≈		X		9	≈↑	--	--	221	≈↑
	628	24	4	1996	5x3	7	760	↑		X		111	↑	--	--	149	↓
	676	49	7	3 years	5x3	---	410	↑		X		59	↑	--	--	167	≈
Girona <i>et al.</i> , 1993, 1989	1200	480	40	1988	3.9x2	4	144	≈	x	X		29.7	↓	--	--	209	↓

Ref.	Soil	Vegetative Growth	Fruit Volume	Fruit Drop	Cultivar	Quality	Experimental Size	Observations
Girona <i>et al.</i> , 2002	Shallow	↓	≈	↓	Sudanell	Firmness	0.70 ha	
	Shallow	↓	≈↑	≈	cc cc	cc cc	cc cc	
	Shallow	↓	↓	↓	cc cc	cc cc	cc cc	
	Shallow	↓	≈	↓	cc cc	cc cc	cc cc	
Girona <i>et al.</i> , 1993, 1989	Deep	↓	↓	--	CalRed	Firmness	0.52 ha	High water holding capacity soils.

≈, ↓, ↑, results not statistically different, lower, and higher (respectively) than control treatment results (full irrigation through the season) for each concept and reference.
Water Stress Stage = Specific fruit growth stage at what water restriction has been applied. K/t = Kg/tree.

El segon grup està enfocat a experiments de RDC establerts en sòls profunds. El primer d'aquests (Girona, 1989; Girona *et al.*, 1993) va demostrar que aplicant RDC complet en fase II però també reduint el reg durant la fase I amb l'objectiu de reduir la disponibilitat d'aigua al sòl més tard en la fase II, el creixement vegetatiu fou reduït encara

que la producció bruta i la mida del fruit foren clarament afectats. Els problemes derivats de poder recarregar d'aigua els perfils del sòl al començament de la fase III, i alguns possibles efectes d'escassetat d'aigua durant la fase I sobre la mida del fruit (Girona *et al.*, 2002b) són les raons que semblen ser més factibles al tenir fruits més petits amb RDC. La duresa del fruit fou millorada amb els tractaments de RDC. Malgrat tot, el RDC va representar un estalvi d'aigua força important (fins al 40%). Girona *et al.*, (2001), treballant amb sòls profunds i fèrtils en un experiment de 3 anys a la plana de Lleida (el Segrià), van trobar que aplicant RDC, principalment durant la fase II, s'assolia un estalvi d'aigua d'aproximadament un 19% sense efectes significatius sobre la càrrega de fruits, la mida del fruit i la producció. Malgrat tot, el creixement vegetatiu fou reduït, especialment a mesura que l'experiment avançava amb els anys, tot resultant en una millor qualitat de fruit (més color i més sucres) en els arbres de RDC (Gelly *et al.*, 200x). Finalment, Goldhamer *et al.*, (2002) indicà que aplicant RDC en fase II en els sòls de Califòrnia (EUA), el creixement vegetatiu fou reduït encara que la mida del fruit fou també menor. Tot i així, quan el RDC fou designat a reduir el reg en ambdues fases I i II, la mida del fruit fou clarament menor. Addicionalment els fruits dels tractaments de RDC mostraren menys color.

El creixement del fruit en l'últim estadi de creixement (fase III) és altament depenent del reg, una proporció significativa de la matèria seca i fresca del fruit s'acumula en aquest estadi (Pavel i DeJong, 1993; Grossman i DeJong, 1995a,b; Girona *et al.*, 2004). L'estrès hídric en l'últim estadi de creixement del fruit va reduir significativament la mida final dels fruits en presseguer en diversos experiments (Besset *et al.*, 2001; Girona *et al.*, 2002) i en nectarina (Naor *et al.*, 1999, 2001).

1.3 OBJECTIUS

Els objectius d'aquest projecte són:

- Realitzar el balanç de radiació i el balanç d'energia sobre la coberta de presseguers per tal de relacionar-lo amb l'evapotranspiració del cultiu.
- Avaluar l'ET del presseguer a partir de l'aplicació directa del mètode Penman- Monteith.
- Determinar l'efecte dels tractaments de reg sobre l'estat hídric del cultiu (creixement del tronc i del fruit, potencial hídric de tija i conductivitat estomàtica) i la variació del contingut volumètric d'aigua al sòl.
- Determinar l'efecte dels tractaments de reg en el creixement vegetatiu del cultiu així com en el rendiment productiu i qualitat del fruit.
- Comparar els resultats del quart any experimental amb els anys previs.

2 MATERIALS I MÈTODES

2.1 DESCRIPCIÓ DE L'ESTUDI

2.1.1 LOCALITZACIÓ DE LA PARCEL·LA EXPERIMENTAL

La finca on s'ha realitzat l'estudi és propietat de l'empresa Agrocemeli SCCL, i es troba situada al terme municipal de Torres de Segre, a la comarca del Segrià (Lleida). Les coordenades geogràfiques DMS (*degrees minutes seconds*) són 41° 35' 14'' N de latitud i 0° 26' 25'' E de longitud (Figura 2.1).



Figura 2.1. Mapa de localització de la finca experimental (Google, 2009; Tele Atlas, 2009).

La superfície total de la finca és de 121,25 ha, de les quals 108,2 ha són de cultiu de presseguer. La resta de la superfície correspon al camí de Torres de Segre que divideix la finca de Nord a Sud, així com a la xarxa de camins secundaris que divideix la finca en 12 sectors diferents. Cada un dels sectors correspon a diferents varietats de préssec així com a diferents sectors de reg. La parcel·la experimental està emplaçada en el sector número 10 de la finca i té una superfície de 9,31 ha (Figura 2.2).

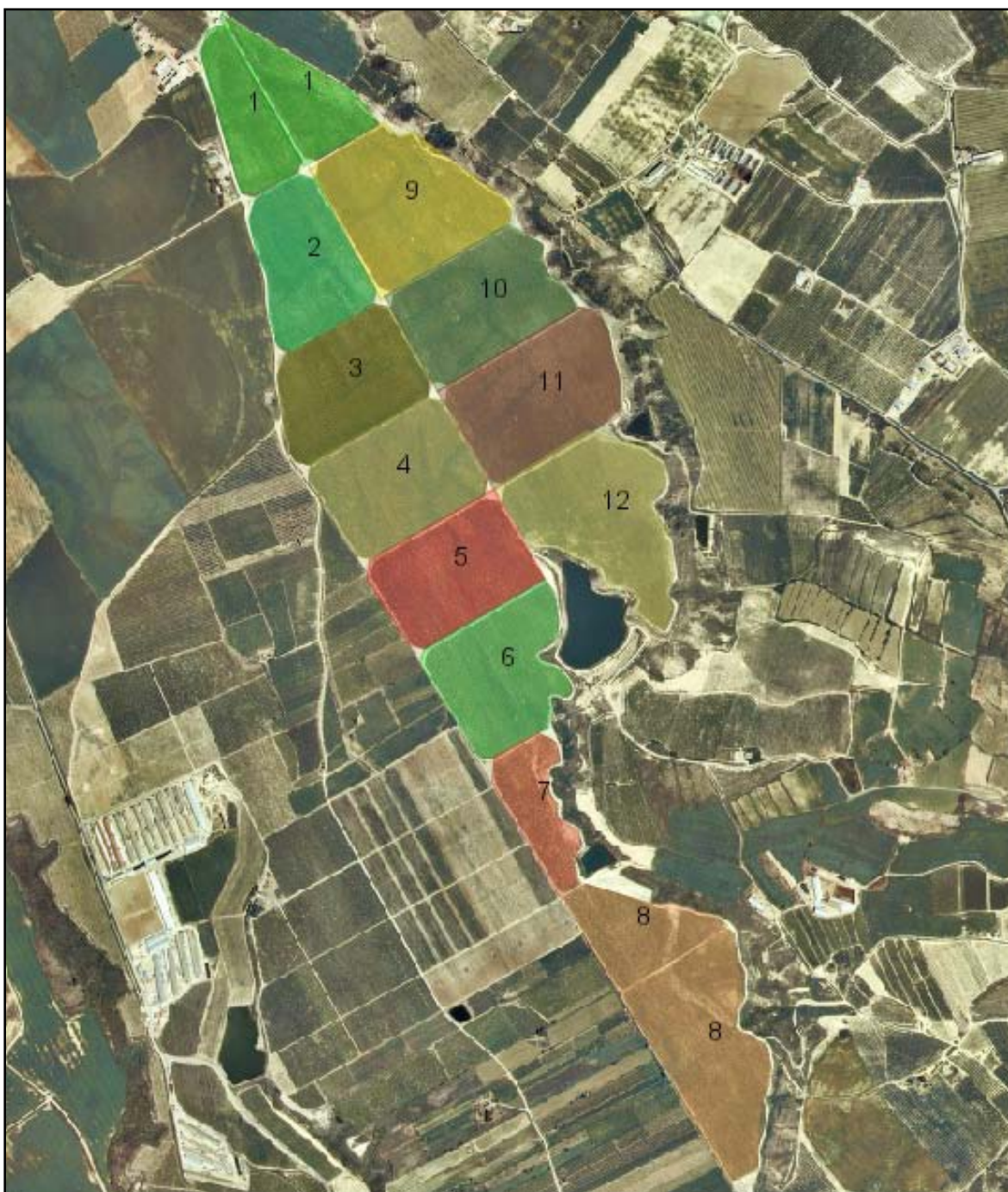


Figura 2.2. Fotografia aèria de la finca de presseguers distribuïda en diferents sectors (Google, 2009; Institut Cartogràfic de Catalunya, 2009).

2.1.2 CARACTERÍSTIQUES DE LA PLANTACIÓ

2.1.2.1 CARACTERÍSTIQUES GENERALS

La producció de la finca va destinada a la indústria. Els productes finals són melmelades, suc concentrats, cremogenats i preparats de fruita per a nadons.

La recol·lecció és mecanitzada. Es realitza mitjançant màquines vibradores que fan caure els préssecs a unes cintes transportadores que porten els fruits fins al palot.

Es realitza tan sols una poda anual, a finals de tardor – principis d'hivern. Així mateix, no es realitza cap tipus d'esclarida de fruits.

El maneig sanitari de la plantació es regeix sota clàusula contractual amb la indústria elaboradora Indulleida S.L. de *residu zero* amb el compromís de realitzar tècniques de confusió sexual per combatre anarsia [*Anarsia lineatella* (Zeller)] i de captura massiva per a la mosca de la fruita [*Ceratitis capitata* (Wiedemann)], a més de respectar els productes autoritzats per la indústria per a la consecució de tal fi.

2.1.2.2 MATERIAL VEGETAL

L'estudi es va realitzar sobre presseguers d'un cultivar de maduració a mitjans d'agost [*Prunus persica* (L.) Batsch., cv. Andross] empeltat sobre patró franc de presseguer (GF-305). La plantació es va realitzar a l'any 2.000 en un marc de 5 x 2,8 m (Figura 2.3).

Els arbres presenten un sistema de formació en palmeta modificada. L'arbre presenta 3 branques principals de fins a 3,5 m d'alçada: una de central i les altres dues disposades en un angle de 45° a dreta i esquerra de la central (Figura 2.3). La creu es troba a 1 m d'alçada per tal de permetre el fàcil accés i bon funcionament de les màquines vibradores de recol·lecció (així no es malmeten les branques durant la recol·lecció).



Figura 2.3. Fotografia de la finca experimental de plantació de presseguers (IRTA, 2008).

El cv. Andross, obtingut a Davis, Califòrnia (EUA), és adequat per a la transformació industrial. És tracta d'un arbre de vigor elevat i força productiu. La flor és campanulada. El fruit és de mida gran i d'excel·lents qualitats organolèptiques. Les característiques del fruit que fan de la varietat Andross una excel·lent elecció per a aquest tipus d'ús són:

- Polpa de color groc intens
- Polpa fina i ferma, amb alguna pigmentació al voltant del pinyol. Consistència mixta i no deliquescents, que pot suportar la cocció sense perdre estructura.
- Pinyol petit, rodó, adherent, adaptat al desossat mecànic i poc sensible a l'obertura.
- Mida mitjana dels fruits, compresos entre els 75 i 80 mm de diàmetre.
- Forma del fruit esfèrica, lleugerament ovalada. Sutura poc aparent.
- Poc sensible a la caiguda de fruits.
- Data aproximada de collita: entre la segona i la tercera setmana d'agost (a la plana de Lleida).

2.1.3 CARACTERÍSTIQUES DEL MEDI

2.1.3.1 CARACTERÍSTIQUES EDÀFIQUES

La finca es localitza en una àrea de relleu tabular i en costes; els sòls s'han desenvolupat sobre dipòsits de *piedemonte* pirenaics. Aquests dipòsits corresponent a l'era del quaternari (pleistocè inferior) d'acord amb el mapa geològic (full Fraga 387, 31-15, escala 1:50.000) del *Instituto Tecnológico Geominero de España*. Es tracta de dipòsits de graves arrodonides polimíctiques, llims i argiles. Les taules presenten graves encrostades. Els processos edàfics es van desenvolupar durant el pleistocè.

Els sòls són poc profunds, ben drenats, de textura franca i amb molts elements grossos, sobretot a partir dels primers 20 cm de profunditat. La capacitat de retenció d'aigua del sòl (CRAD) és molt baixa, degut a la poca profunditat del sòl i a l'elevat contingut d'elements grossos.

Des del punt de vista geomorfològic, la finca es localitza damunt d'una plataforma no salina i amb un alt potencial productiu en condicions de regadiu i disponibilitat freqüent d'aigua.

L'horitzó superficial presenta elements grossos procedents de la crosta calcària, probablement incorporats al conreu pel sòl. El sòl és un *Calcic petrocalcic* (SSS, 1999) i presenta la seqüència Ap/Bkm. L'epipedió ens indica que es tracta d'un horitzó en superfície, llaurat o pertorbat antropicament. L'endopedió és un horitzó càlcic cimentat (petrocàlcic). La finca es troba envoltada cap a l'est per escarpaments (vessants amb una forta inclinació).

El 10 de febrer de 2006 es va agafar una mostra de sòl de cada una de les parcel·les experimentals (total 36 mostres). Cada mostra constava de 3 submostres agafades aproximadament a 1 m de distància del tronc, a 20 cm de la línia de goters i fins a uns 25 cm de profunditat. D'altra banda, el febrer de 2009 es va realitzar un altre mostreig de sòl amb l'objectiu de conèixer el nivell de nitrats (N-NO_3^-) en les parcel·les experimentals. S'agafà un total de 36 mostres formades per 3 submostres cada una, agafades

aproximadament a 1 m de distància del tronc, a 20 cm de la línia de goters i fins a uns 25 cm de profunditat. És important realitzar anàlisi de sòls periòdicament per tal de conèixer l'evolució del nivell de nitrats ja que pot variar força en el temps i segons el tractament.

Els anàlisis de sòls es van realitzar al laboratori de qualitat contrastada Applus de Sidamon, el Pla d'Urgell (Lleida). Es van utilitzar els mètodes oficials d'anàlisi d'Espanya. Els resultats dels anàlisis de sòls de la finca es poden observar en la Taula 2.1.

Taula 2.1. Anàlisi de sòls de la finca (Applus, 2006; Applus, 2009).

Característica	valor
pH a l'aigua, suspensió 1:2,5	8,4
Conductivitat elèctrica (prova prèvia de salinitat 1:5, a 25 °C; dS m ⁻¹)	0,24
Matèria orgànica oxidable (g kg ⁻¹)	21
Nitrogen nítric (mg N-NO ₃ ⁻ kg ⁻¹): *	
parcel·les amb tractament N0	4,3
parcel·les amb tractament N60	3,7
parcel·les amb tractament N120	6,0
Fòsfor (P mètode Olsen; ppm)	19
Extracció amb acetat amònic:	
Potassi (K; ppm)	121
Magnesi (Mg; ppm)	144
Calci (Ca; ppm)	6.451
Sodi (Na; ppm)	79
Carbonat càlcic equivalent (%)	26
Textura (fina):	
Arena total: 0,05 < Ø < 2 mm (%)	35,5
Llim gros: 0,02 < < 0,05 mm (%)	17,8
Llim fi: 0,002 < < 0,02 mm (%)	24,3
Argila: < 0,002 mm (%)	22,4
Classe textural USDA	Franca

* mitjana dels valors de nitrats en les diferents parcel·les experimentals amb tractaments de: 0 kg N ha⁻¹ any⁻¹ (N0), 60 kg N ha⁻¹ any⁻¹ (N60) i 120 kg N ha⁻¹ any⁻¹ (N120) pel febrer del 2009. La resta de dades corresponen a l'any 2006.

Es tracta d'un sòl moderadament bàsic i calcari, comú a la zona. El sòl no presenta problemes de salinitat. El contingut de matèria orgànica és mitjà – alt. El nivell de fòsfor (P; mètode Olsen) és mitjà – alt i per contra el nivell de potassi (K) és mitjà – baix. Els cations de canvi indiquen que es tracta d'un sòl saturat de bases (també ho indica així el pH). La textura és franca (USDA), i és considera equilibrada i adequada per a la producció de fruiters.

El contingut de nitrogen (N) en forma de nitrats en els diferents tractaments és de 4,3 mg kg⁻¹ (en N0), de 3,7 mg kg⁻¹ (en N60) i de 6,0 mg kg⁻¹ (en N120). Tenint en compte una densitat aparent de 1,38 t m⁻³ (calculada segons el mètode de la *bossa de plàstic*; Porta *et al.*, 1994) equival a: 15 kg N ha⁻¹ (en N0), el qual s'interpreta com un contingut mitjà; 13 kg N ha⁻¹ (en N60), el qual s'interpreta com un contingut mitjà; i 21 kg N ha⁻¹ (en N120), el qual s'interpreta com un contingut mitjà.

També cal considerar les propietats físiques del sòl, les característiques del qual es mostren en la Taula 2.2. La superfície d'arrelament és aproximadament de 45 cm malgrat que sol variar espacialment en la finca. Hi ha un percentatge moderat d'elements grossos, la qual cosa fa que junt amb les altres característiques del sòl, la CRAD sigui baixa i força limitada.

Taula 2.2. Propietats físiques del sòl.

Profunditat d'arrelament (cm)	45	
Percentatge en volum d'elements grossos (% v/v)	25	
Densitat aparent (kg/m ³)	1380	
Contingut volumètric d'aigua al sòl (%):	de 0 a 20 cm.	de 20 a 40 cm.
a - 0,03 MPa (θ_{CC})	29,7	29,1
a - 1,5 MPa (θ_{PMP})	15,0	16,3
CRAD _{40 cm} (mm)	41,25	

2.1.3.2 CARACTERÍSTIQUES CLIMÀTIQUES

El clima de la zona en que es troba situada la finca d'estudi presenta les característiques pròpies del clima Mediterrani Continental. Els valors mitjans de les variables climàtiques es presenten a la Taula 2.3.

Taula 2.3. Valors mitjans de les variables climàtiques de temperatura i humitat pels anys 1989 – 2005 i de radiació pels anys 1998 – 2009 (XAC, 2009).

Règim	Variable climàtica	Valor mitjà
Temperatura (1989 – 2005)	T ^a mitjana anual	14,2 °C
	T ^a mitjana del mes més fred	4,1 °C
	T ^a mitjana de les mínimes del mes més fred	0,0 °C
	T ^a mitjana del mes més càlid	23,3 °C
	T ^a mitjana de les màximes del mes més càlid	30,1 °C
	Durada del període més fred	4 a 5 mesos
	Durada del període més càlid	2 a 3 mesos
Humitat (1989 – 2005)	Durada del període més sec	3 a 4 mesos
	Precipitació mitjana anual	356 mm
Radiació	Radiació solar mitjana anual acumulada	5679 MJ m⁻²
(1998 – 2008)	Radiació neta mitjana anual acumulada	2626 MJ m⁻²

El clima de Lleida es caracteritza per les seves grans variacions entre estacions i inclús entre anys (Pomar i Porta, 1983). Té una pluviometria escassa, repartida en dos grans èpoques de pluja, primavera i tardor, i un règim termomètric amb grans diferències entre un perllongat hivern (entre la primera i la última gelada poden transcórrer fins a 160 dies) i un estiu càlid. Cal fer menció especial a la boira, característica típica de la zona i pròpia dels mesos de novembre, desembre i gener en els que es pot donar fins a 55 dies d'absència de sol, el que fa que les 2.700 hores de sol que es poden comptabilitzar en un any, la meitat es siguin entre maig i agost.

Segons els criteris de classificació de Papadakis, el clima de Lleida es classifica com a Mediterrani Continental Temperat, amb un hivern tipus *Avena* i un estiu tipus *Oryza*; el règim d'humitat és del tipus mediterrani semi àrid a mediterrani humit.

2.1.3.3 EXIGÈNCIES CLIMÀTIQUES DEL PRESSEGUER

Existeixen diversos factors climàtics que afecten al creixement i desenvolupament del presseguer. En un clima mediterrani els principals factors són la temperatura i la disponibilitat d'aigua. Donat que la finca disposa de sistema de reg cal considerar que no hi haurà problemes derivats de la disponibilitat d'aigua. En referència al factor temperatura cal considerar que en cultiu de presseguer els òptims i els límits són molt variables segons l'època de l'any, és a dir, segons la fase fenològica del cicle del cultiu.

La temperatura en el període comprès des de la tardor fins a l'inici del període vegetatiu de l'arbre (període de repòs) influeix principalment en dos aspectes: els danys als òrgans de la planta (degut a baixes temperatures, gelades) i la sortida de la dormància dels borrons. En repòs hivernal no s'han observat danys ocasionats per les baixes temperatures fins a partir de -30 °C, tot i que aquest valor pot veure's afectat pel portaempelt (Ctifl, 1989). Cal esperar que el fred durant l'hivern no suposa cap limitació en les principals zones productores d'Espanya.

En referència a les necessitats d'hores fred, les necessitats del presseguer varien en funció del cultivar però solen oscil·lar entre les 400 i les 800 hores fred. A la zona de l'assaig s'assoleixen amb escreix aquestes necessitats.

El factor que amb tota seguretat és el més limitant són les gelades primaverals, ja que poden causar danys en gemmes, flors i fruits quallats que poden afectar molt negativament a la qualitat i producció de préssec. La resistència al fred dels borrons disminueix a partir de gener però és alta en l'estat de borro rosa (de -7 °C a -10 °C; Ctifl, 1989) per disminuir ràpidament en estat de flor o del fruit quallat (de -2 °C a -3°C; Ctifl, 1989). El període de floració i quallat és el que presenta més risc de destrucció de collita. Afortunadament, la finca d'estudi es troba en una zona on rarament gela, ja que es troba topogràficament en una plataforma elevada.

Les temperatures de l'estiu afecten a la fotosíntesi. El presseguer té un òptim tèrmic per a la fotosíntesi relativament elevat, al voltant dels 30 °C (Ctifl, 1989), tot i tractar-se

d'una planta C3. Aquesta característica fa que sigui una espècie especialment ben adaptada al climes càlids i calorosos com és el cas de la Vall de l'Ebre.

2.2 DISSENY DE L'ASSAIG

2.2.1 CARACTERÍSTIQUES DE LES PARCEL·LES ELEMENTALS

Es van plantejar 3 estratègies de reg, 3 dosis d'adobat nitrogenat i 4 repeticions per tractament en un disseny estadístic en blocs a l'atzar (BCA). Això representa un total de 36 parcel·les experimentals ($3 \times 3 \times 4 = 36$).

El plantejament de l'assaig va requerir la implantació d'un nou sistema de reg controlat per un programador diferent a la resta de la finca, conservant els laterals i goters però implantant noves canonades terciàries i secundàries que connectaven el dipòsit d'adobat i la boca d'aigua amb els goters. D'aquesta manera es disposaven de 9 sectors de reg diferents, amb possibilitat de dosificar l'adobat i l'aigua de reg per cada un d'ells.

La parcel·la elemental (PE), consta de 30 arbres, en tres fileres de 10 arbres cada una. El número d'arbres control és de 5 per PE, situats en el centre de la filera central (Annex I, Figura 2.4). Com a resultat, el total d'arbres control per a cada combinació reg x N és de 20 ($4 \times 5 = 20$).

2.2.2 DEFINICIÓ DELS TRACTAMENTS

Les estratègies de reg s'estableixen així:

- **R-100 (referència).** Aplicació de l'ET_c diària de reg per degoteig. Es cobrirà el 100% de les necessitats hídriques del cultiu durant tot el cicle.
- **R-II.** Aplicació de l'ET_c diària en reg per degoteig. A diferència del tractament R-100, solament es va cobrir el 30% de les necessitats hídriques durant la fase II de creixement del fruit.

- **R-III.** Aplicació de la Etc diària en reg per degoteig. A diferència del tractament *R-100*, solament es va cobrir el 70% de les necessitats hídriques durant la fase III de creixement del fruit.

Els tractaments d'adobat nitrogenat són:

- **N-0.** Es va fer l'assaig sense cap aplicació de nitrogen. Aportarà informació sobre la capacitat de les reserves de l'arbre i sobretot sobre la importància de la mineralització de la matèria orgànica del sòl.
- **N-60 (referència).** Aplicació de les necessitats de nitrogen estimades per part del cultiu durant tot el cicle, aplicat per fertirrigació: 60 kg N ha⁻¹.
- **N-120.** Aplicació del 200% de les necessitats estimades de nitrogen durant tot el cicle, aplicat per fertirrigació: 120 kg N ha⁻¹. Aportarà informació per avaluar l'efecte de les possibles aportacions excessives sobre la producció i la qualitat.

Les parcel·les es van marcar amb bandes de pintura en la base del tronc dels 5 arbres control; per als tractaments de reg, el color blau indicava el tractament de reg 100%, mentre que el groc i el verd indicaven el tractament en fase II i fase III, respectivament. Per als tractaments de nitrogen, el taronja indicava el tractament de referència N-60 mentre que el vermell indicava el tractament N-0 i l'absència de marca el tractament N-120.

2.3 CICLE DEL CULTIU

És necessari determinar l'estat fenològic del cultiu per tal de realitzar l'estudi experimental. Així, es va realitzar un seguiment de la fenologia del cultiu des de l'estat de botó d'hivern fins a la fase III de creixement del fruit. La taula 2.4 mostra els diferents períodes dels estat fenològics més rellevants.

La determinació de la data d'inici i final de la fase II (fase d'enduriment de l'endocarp i desenvolupament de l'embrió) es va fer tallant fruits equatorialment i avaluant el canvi de consistència de l'endocarp. Es fixa com a inici el pas d'embrió lletós a embrió

pastós, i finalitza quan aquest s'ha endurit totalment i també quan s'estabilitza la taxa d'acumulació de matèria seca en el fruit.

Taula 2.4. Etapes en el desenvolupament del cultiu de presseguer per a l'any 2009.

Estat	Data	Dia de l'any	Dies des de plena floració (estat F2)
Plena floració	16/03/2009	75	0
Quallat	06/04/2009	96	21
Inici fase II	19/05/2009	139	64
Inici Fase III	19/06/2009	170	95
Collita	12/08/2009	224	149

2.4 CÀLCUL DE LES NECESSITATS D'AIGUA DE REG

2.4.1 UNIFORMITAT D'APLICACIÓ: COEFICIENT D'UNIFORMITAT (CU)

El càlcul del coeficient d'uniformitat, paràmetre que mesura l'eficiència d'aplicació va ser realitzat abans de l'inici de la programació de regs segons el mètode descrit per Keller i Karmeli (1974) i Martin de Santalalla y De Juan (1993) utilitzant l'expressió:

$$CU = \frac{q_{25}}{q} \times 100$$

On **q** és la mitjana de la descàrrega de tots els goters (amb un valor de 4,5 l h⁻¹ l'any 2009) mentre que **q₂₅** és la mitjana de la descàrrega del 25 % dels goters amb dosis més reduïdes. La interpretació dels valors CU és un percentatge on el 100 % significa que l'aigua que ha rebut la parcel·la és la mateixa per a tots els goters. En la finca, el CU per a l'any 2009 va ser de 95,5 %. En reg per degoteig es consideren els valors superiors al 94 % com a excel·lents, entre 86 i 96 % com a bons, entre 80 i 85 % acceptables, entre 70 i 79 % com a dolents i per sota del 70 % com a inacceptables.

2.4.2 EVAPOTRANSPIRACIÓ DE REFERÈNCIA I CÀLCUL DE L'ET_c PER AL PRESSEGUER

Per al càlcul de l'ET_c s'ha utilitzat el mètode proposat per la FAO – 56:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

On l'ET_o és l'evapotranspiració de referència basada en el mètode FAO/Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1988). El valor s'obté a partir de la mitjana de valors de les estacions climàtiques de Raïmat i Aitona (XAC). K_c és un quocient adimensional i variable al llarg del cicle del cultiu (Taula 2.5).

Taula 2.5. Coeficients de cultiu (K_c) per a presseguer en varietat d'agost (Girona, 1996).

Data inici	Data fi	K _c	Estat fenològic
01 febrer	15 febrer	0,20	plena floració
16 febrer	28 febrer	0,20	
01 març	15 març	0,25	
16 març	31 març	0,35	
01 abril	15 abril	0,45	
16 abril	26 abril	0,55	inici fase II
27 abril	03 maig	0,65	
04 maig	12 maig	0,7	
12 maig	24 juny	0,75	Inici fase III
25 maig	31 juny	0,85	
01 juny	12 juliol	0,9	
13 juliol	12 agost	1,1	collita
13 agost	23 agost	0,9	
24 agost	06 setembre	0,85	
07 setembre	13 setembre	0,8	
14 setembre	27 setembre	0,75	
28 setembre	05 octubre	0,7	

El model de l'equació FAO Penman-Monteith és el següent:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1+0,34 U_2)} \quad (ET_o \text{ en mm d}^{-1})$$

On intervenen les següents variables ambientals: **Rn**, radiació neta ($\text{MJm}^2\text{d}^{-1}$); **G**, flux de calor al sòl ($\text{MJm}^2\text{d}^{-1}$); **T**, temperatura de l'aire ($^{\circ}\text{C}$); **Δ** , pendent de la corba de pressió de vapor a saturació/temperatura de l'aire (kPaC^{-1}); **γ** , constant psicomètrica (kPaC^{-1}); **e_s** , pressió de vapor a saturació (kPa); **e_a** , pressió de vapor de l'aire (kPa); **U_2** , velocitat del vent (ms^{-1} ; mitjana de 24 h).

D'altra banda, s'ha proposat estudiar la evapotranspiració del cultiu de presseguer en la finca a partir del mètode de Penman – Monteith. El model es basa en l'equació combinada de Penman, el qual va ser modificat per Monteith per tal d'estimar l'evapotranspiració real de les plantes. L'equació del model Penman – Monteith s'expressa de la següent forma:

$$\lambda E = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho C_p \frac{e_s - e_a}{r_a}}{\Delta + \gamma (1 + \frac{r_c}{r_a})}$$

On **λE** és el flux de calor latent (Wm^{-2}), **R_n** és la radiació neta (Wm^{-2}), **G** és el flux de calor al sòl (Wm^{-2}), **ρ** és la densitat de l'aire (kg m^{-3}), **C_p** és la calor específica de l'aire ($\text{JKg}^{-1}\text{C}^{-1}$) a pressió constant, **$e_s - e_a$** és el dèficit de pressió de vapor de l'atmosfera, **e_s** és la pressió de vapor de saturació a la temperatura de l'aire (kPa) i **e_a** és la pressió de vapor real (kPa), **r_a** és la resistència aerodinàmica al flux de calor sensible (sm^{-1}). La resistència de la coberta vegetal, **r_c** , es pot estimar a partir de la resistència estomàtica, **r_L** , i l'índex d'àrea foliar efectiu, **LAI_{eff}** , segons la relació proposada per Szeizc and Long. (1969; en el nostre cas, $r_c = r_L$):

$$r_c = \frac{r_L}{\text{LAI}_{\text{eff}}}$$

$$r_a = \frac{\ln\left(\left(\frac{z-d}{z_M}\right)\right) \ln\left(\frac{z-d}{z_h}\right)}{k^2 U_z}$$

On z l'altura a la qual es mesura la velocitat del vent (m), d és l'altura del desplaçament del pla zero (m), z_M és el coeficient de rugositat per a la transferència del moment (m), z_v és el coeficient de rugositat per al vapor d'aigua i s'estima en $0,2z_M$. k és la constant de von Karman per a la difusió turbulenta (0,41) i U_z és la velocitat del vent a l'altura z en (ms^{-1}).

2.4.3 CÀLCUL DE LES NECESSITATS DE REG

Les necessitats de reg (NR) es van obtenir amb el mètode de balanç hídric per a cada tractament de reg segons l'expressió:

$$NR = ET_c - P_{ef}$$

On P_{ef} és la precipitació efectiva, la qual serà el 50% de les precipitacions setmanals si aquestes són d'entre 10 i 75 mm. No es tenen en compte les pluges inferiors a 10 mm. En el cas de pluges superiors als 75 mm s'agafa el valor de 35 mm efectius. Aquest criteri és fruit d'estudis realitzats per l'IRTA.

2.5 EL BALANÇ DE RADIACIÓ I EL BALANÇ D'ENERGIA

El procés d'evapotranspiració (ET) és dinàmic, conduït principalment per l'energia disponible com a resultat del balanç energètic damunt d'una superfície evaporant. La radiació neta, el vent, la temperatura i la quantitat de vapor d'aigua a l'atmosfera, són les variables meteorològiques directament relacionades (Villar, 2007).

És important conèixer la fracció i tipus de radiació interceptada per una coberta vegetal ja que es pot utilitzar per modelitzar la transpiració o l'evaporació del sòl, determinar els coeficients de cultiu, fer prediccions de fotosíntesis i de biomassa, etc. És per aquesta raó que es va decidir instal·lar un radiòmetre net per tal d'enregistrar les dades de radiació.

El radiòmetre net CNR1 (Kipp & Zonen, EUA; Figura 2.5) mesura el balanç de radiació entre la radiació solar d'ona curta i la radiació infraroja d'ona llarga que incideixen sobre la coberta vegetal *versus* la radiació d'ona curta reflectida per la coberta vegetal i la radiació infraroja d'ona llarga emesa. El CNR1 consisteix en un piranòmetre i un pirgeòmetre enfocats cap dalt, els quals mesuren la radiació incident; i un piranòmetre i un pirgeòmetre enfocats cap baix, els quals mesuren la radiació reflectida i emesa respectivament. Tots quatre sensors estan calibrats amb un mateix coeficient de sensibilitat. El CNR1 també inclou un RTD (*resistive thermal device*) per tal de mesurar la temperatura interna del radiòmetre, un mòdul 4WPB100 que fa de connector entre el RTD i el *datalogger*, i un calefactor que pot ser utilitzat per tal d'evitar la condensació d'aigua en els sensors (Campbell Scientific, 2009).



Figura 2.5. Fotografia, esquema i instal·lació en la finca del radiòmetre net CNR1 (Villar, 2009; Campbell Scientific 2009).

El sensor de radiació CNR1 es va instal·lar amb l'ajuda d'un trípede a 5,4 m d'altura (a 0,5 m per sobre de la coberta vegetal del presseguer), amb orientació nord - sud. Per tal d'enregistrar les dades es va connectar el radiòmetre net CNR1 a un *datalogger* CR1000 (Campbell Scientific, EUA). El *datalogger* CR1000 permet emmagatzemar les dades que enregistra el radiòmetre CNR1 per després poder-les descarregar (periòdicament) a un ordinador i realitzar-ne el tractament. A més, permet la connexió d'altres aparells i sensors. La freqüència d'adquisició de dades per al radiòmetre CNR1 és de 2 segons i

s'emmagatzema la mitjana cada 10 minuts. Damunt de la coberta vegetal es va instal·lar un anemòmetre de cassolotes per mesurar la velocitat del vent (a la mateixa altura que el radiòmetre net CNR1; A100LK, Vector Instruments, UK). Dintre de la coberta vegetal es va instal·lar un sensor de temperatura i d'humitat a 1,4 m. També es van instal·lar : 3 sensors de temperatura (tipus termoparell) entre el fullatge de l'arbre per estudiar el perfil de temperatures durant l'època de gelades (a 1,45 m, 2,4 m i 3 m).

El CR1000 disposa d'una bateria que li confereix una certa autonomia, malgrat tot cal revisar el nivell de càrrega periòdicament per tal d'assegurar-ne el correcte funcionament. Tot i així, degut al gran número de sensors que estaven connectats al *datalogger* la bateria presentava poca autonomia és per aquesta raó que es va decidir de dotar el sistema d'una placa fotovoltaica solar per tal d'assegurar així la completa autonomia del sistema.

El radiòmetre net CNR1 així com els sensors de temperatura es van instal·lar en la parcel·la experimental número 15, corresponent als tractaments de N60 x R-100, el 2 d'abril de 2009. Més tard, el 15 de juny del 2009 es van connectar 2 sensors més: el sensor d'HR/T i l'anemòmetre, així com la placa solar fotovoltaica. El 20 d'octubre de 2009 es van desconnectar tots els sensors. D'aquesta manera doncs, es disposen de dades de radiació i temperatura en la coberta vegetal durant pràcticament la totalitat del període vegetatiu del presseguer. A més, es disposen de dades d'humitat i velocitat del vent en la finca durant gran part del període productiu del presseguer. La sèrie de temperatures s'ha realitzat a partir de les lectures del termoparell situat a 1,45 m d'altura. El dèficit de pressió de vapor (VPD) ha estat calculat a partir de les dades climàtiques en base al mètode FAO – 56. Han estat necessàries dades d'HR (sensor d'HR/T a 1,45 m) i de temperatura (termoparell a 1,45 m d'altura). Les equacions necessàries per al càlcul de VPD:

$$VPD = (e_s - e_a) \quad ; \quad e_s = \frac{e^o(T_{max}) + e^o(T_{min})}{2} \quad ; \quad e_a = \frac{\frac{e^o(T_{min})RH_{max}}{100} + \frac{e^o(T_{max})RH_{min}}{100}}{2}$$

$$e_s(T_{max}) = 0,6108 \exp \left[\frac{12,27T_{max}}{T_{max} + 237,3} \right] ; \quad e_s(T_{min}) = 0,6108 \exp \left[\frac{12,27T_{min}}{T_{min} + 237,3} \right]$$

On **VPD** és el dèficit de pressió de vapor (kPa); e_s és la pressió del vapor de saturació (kPa); e_a és la pressió de vapor actual (kPa); $e_s(T_{max})$ és la pressió de saturació de vapor a la temperatura màxima diària; $e_s(T_{min})$ és la pressió de saturació de vapor a la temperatura mínima diària. RH_{max} és la humitat relativa màxima diària; RH_{min} és la humitat relativa mínima diària.

2.6 MESURA DEL CONTINGUT D'AIGUA AL SÒL

L'evolució del contingut d'aigua al sòl es va mesurar amb sondes de capacitància ECH₂O – 25 (Decagon Devices, EUA). Aquestes sondes mesuren la permitivitat dielèctrica, que està directament relacionada amb el contingut d'aigua al sòl. Es van situar de 2 a 3 sondes per parcel·la elemental (PE), depenent de la profunditat d'arrelament que s'assolia en la parcel·la. Es van instal·lar a 75 cm del tronc i dins del bulb humit a 15 i 30 cm en tots els casos, a 45 cm en alguns dels casos i a 60 i 75 cm en tan sols una PE (Figura 2.6). Per tal d'enregistrar les dades es van connectar a un *datalogger* EM-50 (Decagon Devices, EUA) o bé a un *datalogger* CR1000 (Campbell Scientific, EUA). La taula 2.6 (Annex I) mostra el repartiment de les sondes en les PE, així com la profunditat en que estaven instal·lades.

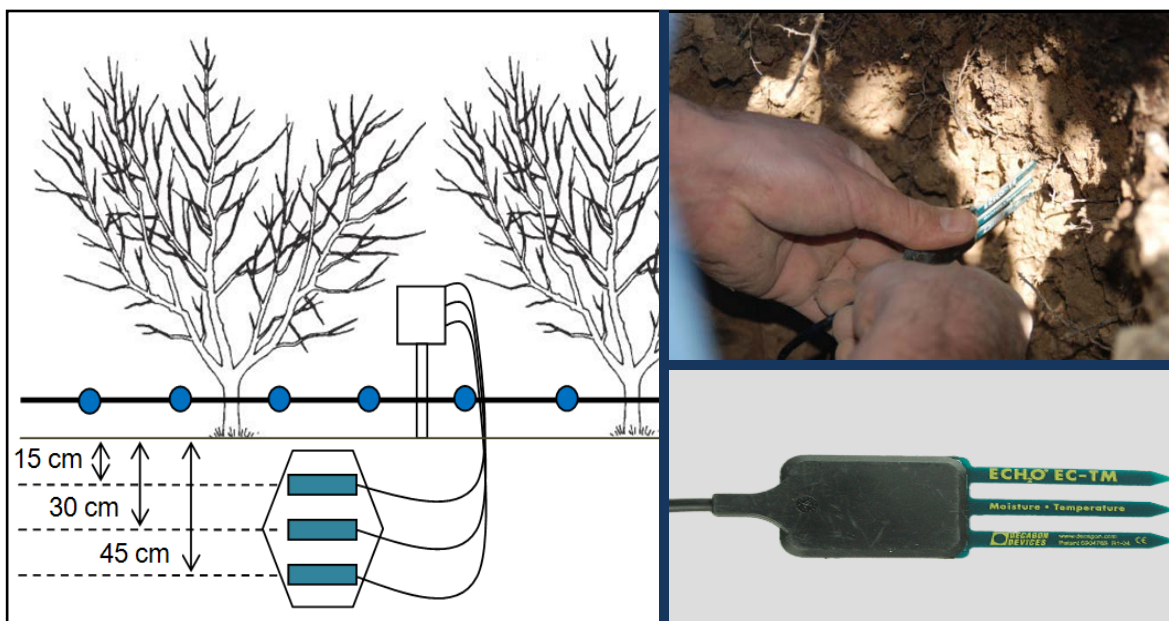


Figura 2.6. Esquema i fotografia d'instal·lació en la finca de les sondes d'humitat ECH₂O .

2.7 CREIXEMENT DEL FRUIT: DENDROMETRIA I MOSTREIG

Es va escollir el diàmetre de fruit com a índex més representatiu del creixement del fruit ja que és un dels paràmetres més valorats a nivell comercial i fàcilment mesurable tant en camp com en laboratori.

Es van realitzar bàsicament dos tipus de control de creixement de fruit: el primer correspon a l'evolució del creixement d'una mostra de fruits mesurats amb un peu de rei digital (Digimatic, Mitutoyo, UK); el segon correspon a l'ús de sensors de creixement (FI – MM Medium, Phyttec Ltd., Israel) que permeten una mesura en continu i apreciar la micro expansió – contracció del fruit al llarg del cicle del cultiu.

En el primer cas, el 15 de maig (dia de l'any 135) s'inicià la presa periòdica de mostres de fruits de cada una de les PE Així, es van agafar 5 fruits de grandària similar representatius de cada PE Els fruits es van conservar en bosses de paper i en fred fins a l'arribada al laboratori. Els dies 15/05/2009 (inici fase II de creixement del fruit), 19/06/2009 (final fase II de creixement del fruit), 24/07/2009, 29/07/2009, 05/08/2009 i 12/08/2009 es va mesurar el calibre de cada un dels 5 fruits de cada PE i se'n van anotar els valors.

En el segon cas, es van instal·lar un total de 9 sensors de creixement de fruit amb la següent distribució: 3 sensors de creixement de fruit en cada un dels 3 arbres centrals de la PE núm 11 (N60 x R-II); 3 sensors de creixement de fruit en cada un dels 3 arbres centrals de la PE núm 15 (N60 x R-100); 3 sensors de creixement de fruit en cada un dels 3 arbres centrals de la PE núm 16 (N60 x R-III). Els sensors de creixement, instal·lats a la finca el 5 de juny del 2009, estaven connectats a un *datalogger* CR1000 (Campbell Scientific, EUA) el qual registrava les dades de creixement cada 15 minuts. El creixement relatiu respecte al moment inicial dels fruits es calcula com:

$$\text{creixement relatiu respecte valor inicial} = \frac{d_1 - d_0}{d_0}$$

On d_0 és el diàmetre inicial mesurat (mm) i d_1 és el diàmetre mesurat (mm).

2.8 MATÈRIA FRESCA I MATÈRIA SECA DEL FRUIT

El 15 de maig (dia de l'any 135) s'inicià la presa periòdica de mostres de fruits de cada una de les PE Així, es van agafar 5 fruits de grandària similar representatius de cada PE Els fruits es van conservar en bosses de paper i en fred fins a l'arribada al laboratori. Els dies 15/05/2009 (inici fase II de creixement del fruit), 19/06/2009 (final fase II de creixement del fruit), 24/07/2009, 29/07/2009, 05/08/2009 i 12/08/2009 es van prendre les mesures pertinents a aquest control de 5 fruits de cada PE i se'n van anotar els valors.

Les mesures realitzades individualment per fruit van ser el pes fresc, el pes sec de la polpa i el pes sec del pinyol (menys en el control del dia 15/05/2009, ja que el pinyol no estava encara del tot format). La proporció de matèria seca es va obtenir dels 5 fruits en conjunt, dessecats en estufa a 70 °C fins a massa seca constant. La proporció de matèria seca es va calcular segons l'expressió:

$$\mathbf{PMS} = \frac{\mathbf{PS}}{\mathbf{PF}} \times 100$$

On **PS** és el pes sec del fruit (pinjol + polpa) i **PF** és el pes fresc del fruit

2.9 POTENCIAL HÍDRIC DE TIJA

Per realitzar la mesura del potencial hídric de tija (Ψ_{tija}), s'elegien fulles de la zona pròxima al tronc principal, de brots amb creixement normal i sense presència de fruits. Un cop elegides s'embossaven amb sobres recoberts de paper d'alumini (Figura 2.6) almenys 30 minuts abans de la lectura per tal d'assegurar així un equilibri de la fulla amb la resta de l'arbre. Un cop transcorregut aquest període de temps s'agafava el sobre amb la fulla (es despenia del brot) i es procedia a determinar immediatament el potencial amb la cambra de pressió (Scholander *et al.*, 1965; model 3000, Soil Moisture Equipment Co., EUA; Figura 2.6). Es van realitzar lectures periòdicament (un cop per setmana) durant gairebé tot el cicle

vegetatiu del cultiu (del 20/05/2009 fins el dia de la collita, el 12/08/09) al migdia solar (14 h p.m.) de 3 fulles dels 3 arbres centrals de la meitat de les P.E. (18 P.E. x 3 fulles per P.E.).



Figura 2.7. Fotografia del procediment per a la mesura del potencial hídric en fulla i fotografia de fulla embossada.

2.10 CONDUCTÀNCIA ESTOMÀTICA

La mesura de la conductància estomàtica de fulles exposades al sol es va realitzar amb un poròmetre Licor 1600 (Li-Cor Environmental, EUA). La conductància estomàtica permet calcular la resistència estomàtica de la fulla a partir de l'equació següent (Li-Cor, 1989):

$$r_L = \left[\frac{\frac{g_L}{1000} RT}{P} \right]^{-1}$$

On r_L és la resistència estomàtica d'una fulla ($s\ m^{-1}$); g_L és la conductància estomàtica d'una fulla ($mmols\ m^{-2}\ s^{-1}$); R és la constant dels gasos ($8,314\ Pa\ m^3\ ^\circ K^{-1}\ mol^{-1}$); T és la mitja entre la temperatura de l'aire i la de la fulla; P és la pressió atmosfèrica basada en l'altura sobre el mar.

Es van realitzar lectures periòdicament durant gairebé tot el cicle vegetatiu del cultiu. Les mesures es van realitzar els dies 18/06/09, 28/06/09 i 11/08/09 al migdia solar (14 h p.m.) d' 1 fulla dels 3 arbres centrals de dues repeticions (18 PE x 3 fulles per PE).

2.11 CREIXEMENT DEL DIÀMETRE DEL TRONC

L'ús de dendròmetres de tronc permet avaluar el creixement variable expansiu del tronc el qual és una mesura indirecta de l'estrès hídric que està sofrint el cultiu. D'aquesta manera es va procedir a instal·lar 3 dendròmetres de tronc (sensors LVDT, Phytech Co., Israel) en 3 arbres diferents: un dendròmetre de tronc en l'arbre central de la P.E. núm 11(N60, R-II), un dendròmetre de tronc en l'arbre central de la P.E. núm 15 (N60, R-100), un dendròmetre de tronc en l'arbre central de la P.E. núm 16 (N60, R-100). Els dendròmetres, instal·lats a la finca el xx de juny del 2009, estaven connectats a un *datalogger* CR1000 (Campbell Scientific, EUA) el qual registrava les dades de creixement cada 15 minuts.

2.12 PARÀMETRES PRODUCTIUS

El 12 d'agost (dia de l'any 224) es va realitzar la recol·lecció mecanitzada individual de cada arbre control de cada PE, avaluant la producció total per arbre, número de fruits i pes mitjà del fruit. Una setmana abans de la collita també es va realitzar un control sobre la producció caiguda de l'arbre, avaluant la producció caiguda al terra per arbre, número de fruits caiguts per arbre i pes mitjà del fruit.

D'altra banda, durant la recol·lecció mecanitzada dels arbres es van comptabilitzar els fruits que recol·lectava la màquina i els fruits que restaven a l'arbre un cop passava la màquina. Aquestes mesures ens permetran determinar l'eficiència de recol·lecció de la màquina.

2.13 PARÀMETRES DE QUALITAT

2.13.1 CONCENTRACIÓ DE SÒLIDS SOLUBLES

Per tal de fer la mesura de concentració de sucres dels fruits (expressat en °Brix) es va utilitzar un refractòmetre digital termocompensat (Palette PR-32α, Atago Inc., Japó). Es van mesurar 2 fruits de cada una de les P.E., el qual equival a 8 fruits per tractament. Es van realitzar un total de 4 controls: els dies 24 de juliol, 29 de juliol, 5 d'agost i el 12 d'agost del 2009, el dia de la collita.

2.13.2 ACIDESA

Del mateix suc amb el que es va avaluar la concentració de sòlids solubles es va avaluar l'acidesa mitjançant la valoració àcid-base amb hidròxid sòdic (NaOH 0,1 N) d'una mescla homogènia de 10 ml de suc amb 10 ml d'aigua destil·lada fins a punt de viratge a pH 8,2. L'acidesa però tan sols es va mesurar en l'últim control (mostres de fruit del dia de la collita). L'acidesa es va expressar en grams d'àcid màlic per litre de suc mitjançant l'expressió:

$$\text{g àc. màlic l}^{-1} = \text{ml NaOH 0,1 N} \times 0,67$$

2.13.3 FERMESA

La fermesa, o resistència de la polpa del préssec a la penetració es va mesurar en les dues cares oposades (separades 90°) i en la zona equatorial del fruit (5 fruits per PE), mitjançant un penetròmetre manual Penefel (Copa-Technologie, Ctifl, França) amb un puntal de 6 mm de diàmetre. Es van realitzar 3 controls abans de la collita, els dies 24 de juliol, 29 de juliol i 5 d'agost, a més d'un últim control el dia de la collita, el 12 d'agost del 2009.

2.13.4 COLOR

Es va mesurar el color de la polpa en 5 fruits de cada una de les P.E. mitjançant l'ús d'un colorímetre (Chromater CR – 400, Japó). El colorímetre es basa en el model cromàtic CIE 1976 $L^*a^*b^*$ (CIELAB). Les tres coordenades en el model CIELAB representen: la lluminositat (L^* , que va de 0 (negre) a 100 (blanc)); la posició entre la gamma magenta – verd (a^* , valors negatius indiquen verd mentre que valors positius indiquen magenta); i la posició entre la gamma groc – blau (b^* , valors positius indiquen groc i valors negatius indiquen blau). Els paràmetres C^* (chroma mètric o saturació) i H^* (tonalitat) es calculen a partir d' a^* i b^* , i juntament amb L^* defineixen les coordenades d'un espai cilíndric que conté els tres atributs psicofísics bàsics del color (lluminositat, saturació i tonalitat). Es van realitzar 3 controls abans de la collita, els dies 24 de juliol, 29 de juliol i 5 d'agost, a més d'un últim control el dia de la collita, el 12 d'agost del 2009.

2.14 ANÀLISI ESTADÍSTICA

L'anàlisi estadística dels resultats s'ha realitzat mitjançant el programa JMP® versió 7 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA) utilitzant anàlisis de variància (ANOVA) per ajustament als mínims quadrats. Per a la separació de mitjanes s'ha utilitzat el test TUKEY HSD com a mètode de la mínima diferència significativa, amb un nivell de probabilitat de $P \leq 0,05$.

3 RESULTATS

3.1 CARACTERITZACIÓ DE LES CONDICIONS METEOROLÒGIQUES

La figura 3.1 mostra la distribució de la precipitació al llarg de l'any 2009 i la comparació d'aquesta amb la precipitació històrica (1971 – 2000; MARM). Les dades de precipitació per a l'any 2009 s'han obtingut a partir de la mitjana de dades de les estacions meteorològiques situades a Aitona i Raïmat, les quals pertanyen a la XAC. S'observa un nivell de precipitacions similar amb l'històric en tot l'any, més baix per al període estiuenc. Amb nivells de precipitació més alt als mesos de març, abril, agost i setembre, en comparació amb l'any històric. La distribució pluviomètrica interanual és força variable.

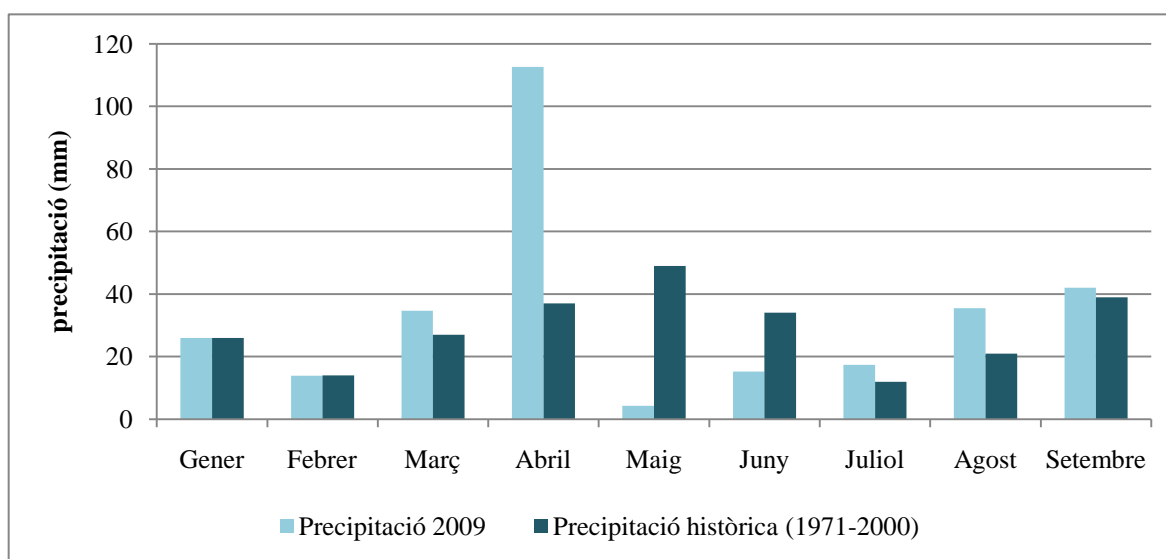


Figura 3.1. Distribució de la precipitació per a l'any 2009 i comparació d'aquesta amb la històrica (1971-2000; MARM, 2009; XAC, 2009).

La figura 3.2 mostra la distribució de l'evapotranspiració potencial de referència (ET_o) al llarg de l'any 2009 i la comparació d'aquesta amb la històrica (1998 – 2008). Ambdós mesurades a través del mètode FAO/Penman – Monteith i obtingudes a partir de la mitja de valors de les estacions meteorològiques d'Aitona i Raïmat de la XAC. Es poden apreciar valors similar d'evapotranspiració entre l'any 2009 i la sèrie històrica (1998-2008).

La figura 3.3 mostra la distribució de la precipitació al llarg de l'any 2009 i la comparació d'aquesta amb l'evapotranspiració potencial de referència del mateix any. S'observa així un important dèficit hídric, especialment acusat durant el període estiuenc (mesos de maig, juny, juliol, agost i setembre).

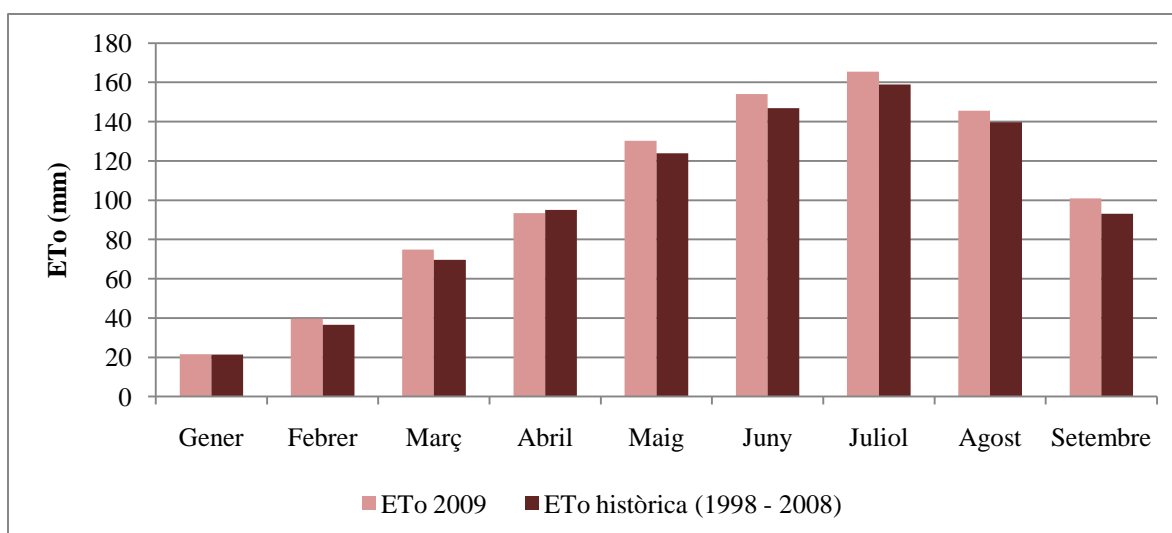


Figura 3.2. Distribució de l'evapotranspiració potencial de referència (FAO/Penman-Monteith) per a l'any 2009 i comparació d'aquesta amb la històrica (XAC, 2009).

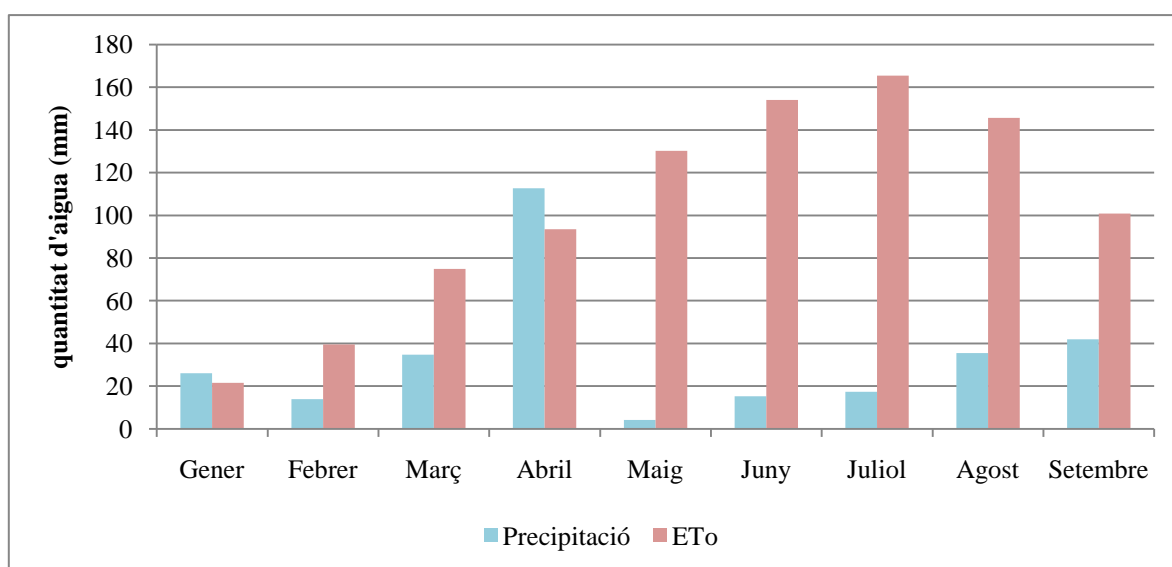


Figura 3.3. Distribució de la precipitació i de l'evapotranspiració potencial de referència (FAO/Penman-Monteith) per a l'any 2009 (XAC, 2009).

3.2 BALANÇ DE RADIACIÓ

3.2.1 RADIACIÓ SOLAR GLOBAL

La figura 3.4 mostra l'evolució de la radiació solar global al llarg del cicle del cultiu. R_a correspon a la radiació solar extraterrestre que és aquella projectada sobre una superfície perpendicular als raigs del sol en l'extrem superior de la atmosfera terrestre. També s'anomena constant solar i té un valor aproximat de 1366 Wm^{-2} . La radiació extraterrestre és funció de la latitud, l'època de l'any i l'hora del dia. R_{so} correspon a la radiació solar potencial a la finca, la qual ha estat calculada a partir de R_a . St correspon a la radiació solar global mesurada a la finca amb el sensor CNR1. R_a assoleix els nivells màxims de radiació els mesos d'estiu, amb valors al voltant dels $40 - 42 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$. En canvi, per al mateix període de temps, R_{so} i St assoleixen valors pròxims als $32 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$. Tanmateix s'aprecia com les corbes donades per R_{so} i St s'ajusten força i prenen patrons similars malgrat que St presenta un perfil irregular donat per la variació diària de radiació.

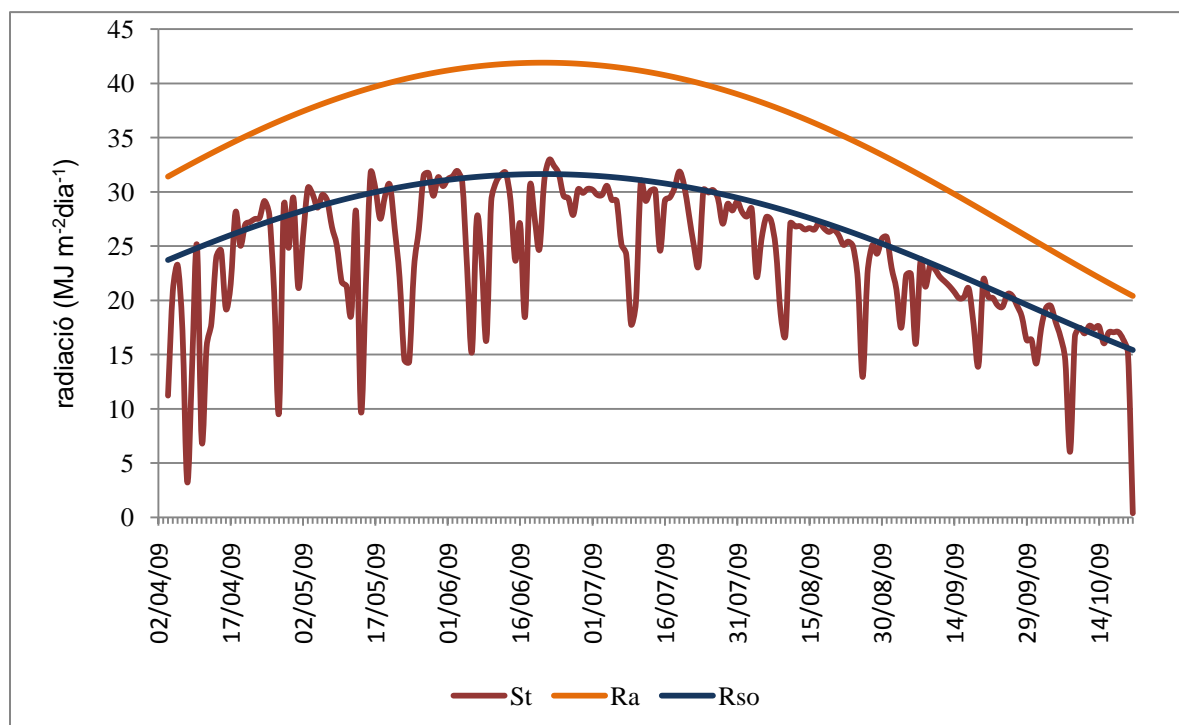


Figura 3.4. Evolució de la radiació extraterrestre (R_a), la radiació solar potencial (R_{so}) i la radiació solar mesurada (St) al llarg del cicle del cultiu.

La figura 3.5 mostra la comparació entre el dèficit de radiació i la precipitació. El dèficit de radiació és la diferència entre R_{so} i St expressat en $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$. La precipitació, expressada en mm, ha estat enregistrada amb el pluviòmetre de la finca. Les dades de precipitació de l'última setmana del mes de març i del mes d'abril corresponen a les dades donades per la XAC, ja que el pluviòmetre no va funcionar correctament durant l'esmentat període.

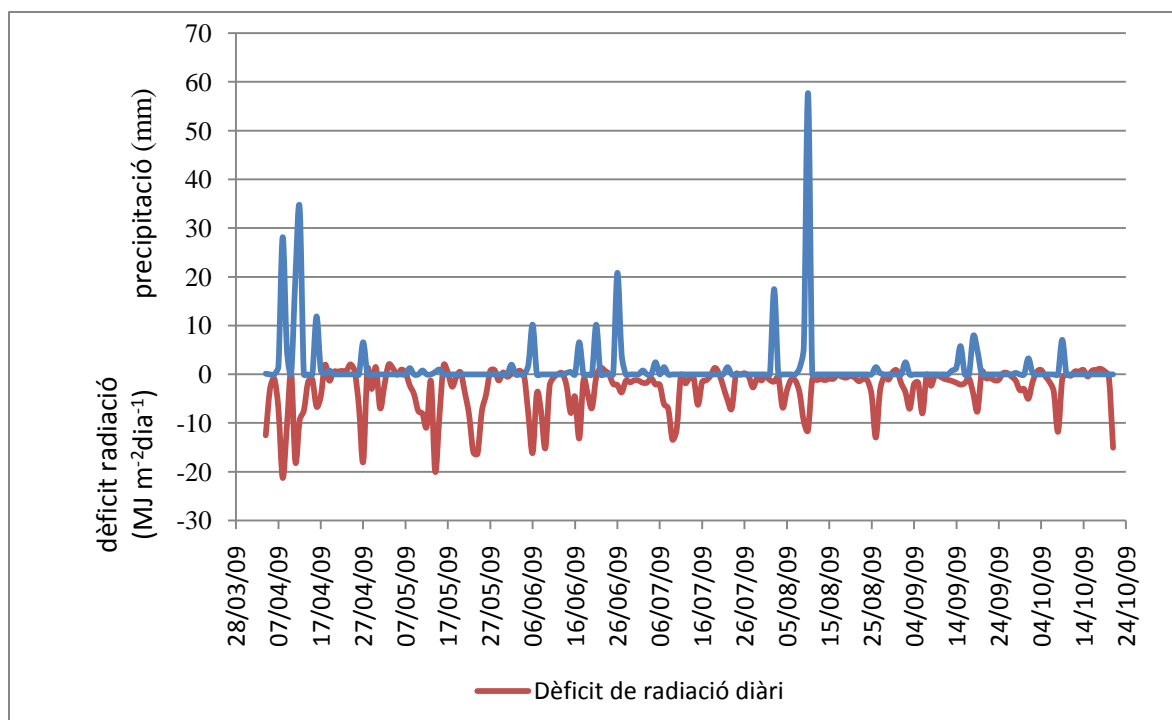


Figura 3.5. Comparació de l'evolució del dèficit de radiació ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) i la distribució de la precipitació (mm) al llarg del cicle del cultiu.

Les figures 3.6, 3.7 i 3.8 mostren l'evolució horària de la radiació solar mesurada sobre la coberta de presseguers en comparació amb la radiació solar potencial teòrica per tres dies diferents. La figura 3.6 correspon al dia 26 de juliol del 2009, la figura 3.7 correspon al dia 22 de juliol del 2009, i la figura 3.8 correspon al dia 9 d'agost del 2009. En la figura 3.6 s'observa que la corba donada per la radiació solar mesurada s'ajusta molt a la corba donada per la radiació potencial teòrica. El valor total de radiació solar mesurada el dia 26/07/09 és de $29,3 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ mentre que el potencial teòric pel mateix dia és de $28,9 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$. La radiació solar mesurada representa un 101,5% respecte de la radiació solar potencial.

En la figura 3.7 s'observa un lleuger desajust entre les corbes de radiació solar mesurada i potencial teòrica. El valor total de radiació solar mesurada el dia 22/07/09 és de $23,2 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ mentre que el potencial teòric pel mateix dia és de $29,2 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$. La radiació solar mesurada representa un 79,4% respecte de la radiació solar potencial.

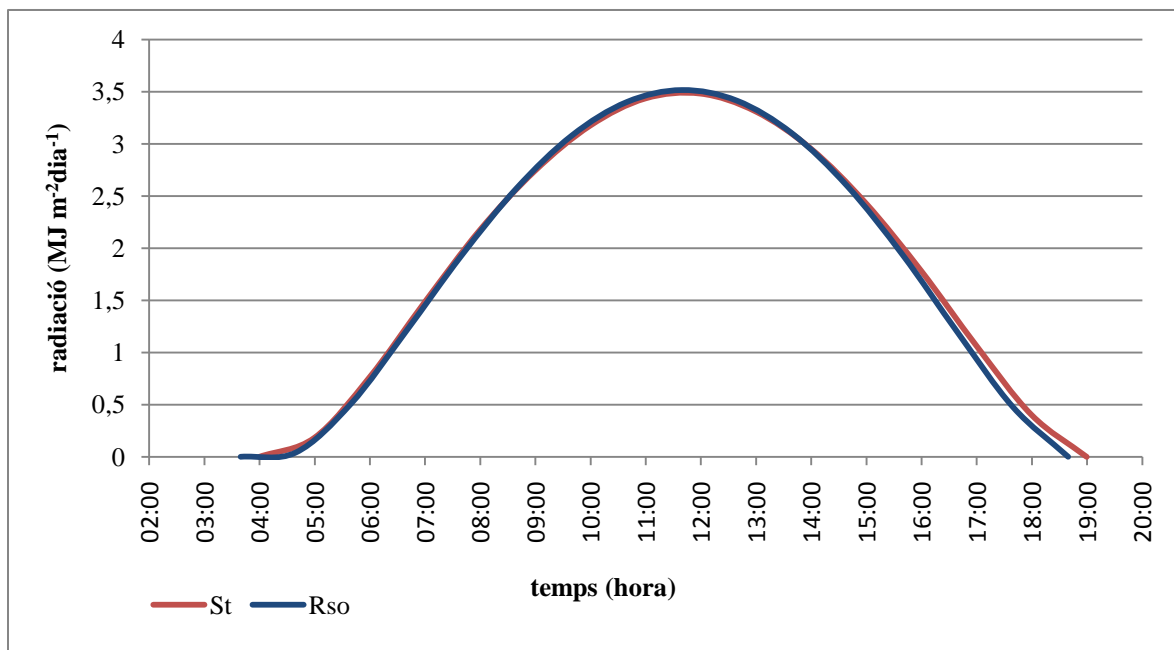


Figura 3.6. Evolució horària de la radiació solar mesurada (St) i la radiació solar potencial teòrica (Rso) pel dia 26/07/2009.

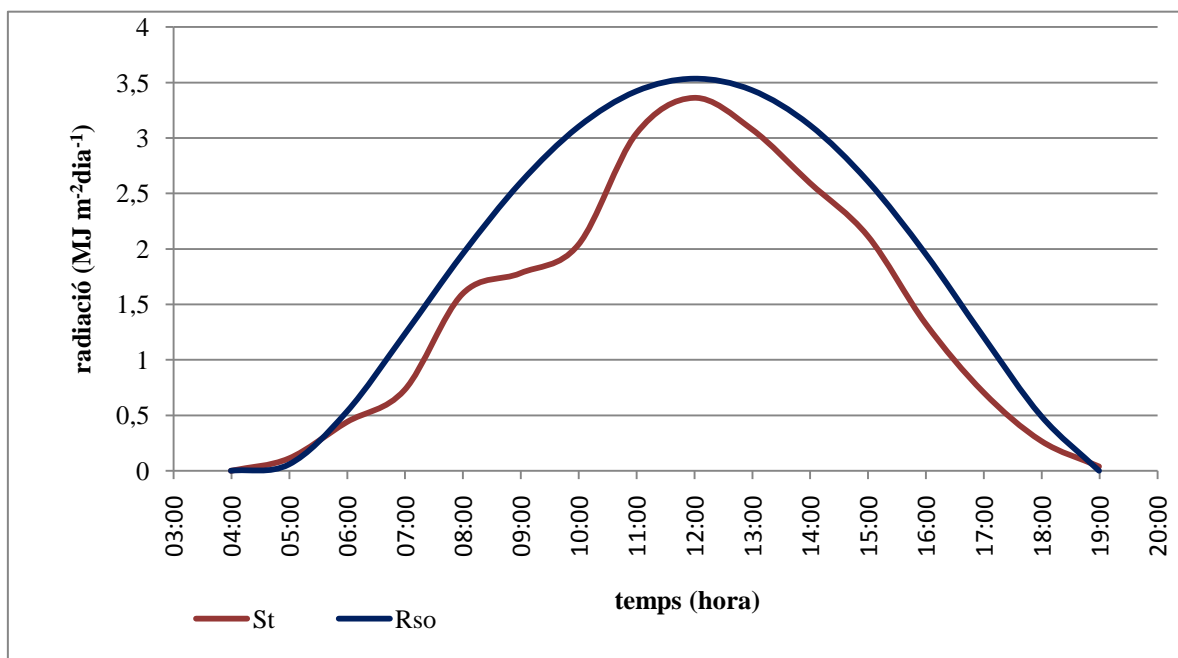


Figura 3.7. Evolució horària de la radiació solar mesurada (St) i la radiació solar potencial teòrica (Rso) pel dia 22/07/2009.

En la figura 3.8 s'observa un marcat desajust entre les corbes de radiació solar mesurada i potencial teòrica. La corba donada per la radiació solar mesurada mostra un perfil irregular i per tant una variabilitat horària de radiació. El valor total de radiació solar mesurada el dia 09/08/09 és de $16,8 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ mentre que el potencial teòric pel mateix dia és de $27,6 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$. La radiació solar mesurada representa un 60,8% respecte de la radiació solar potencial.

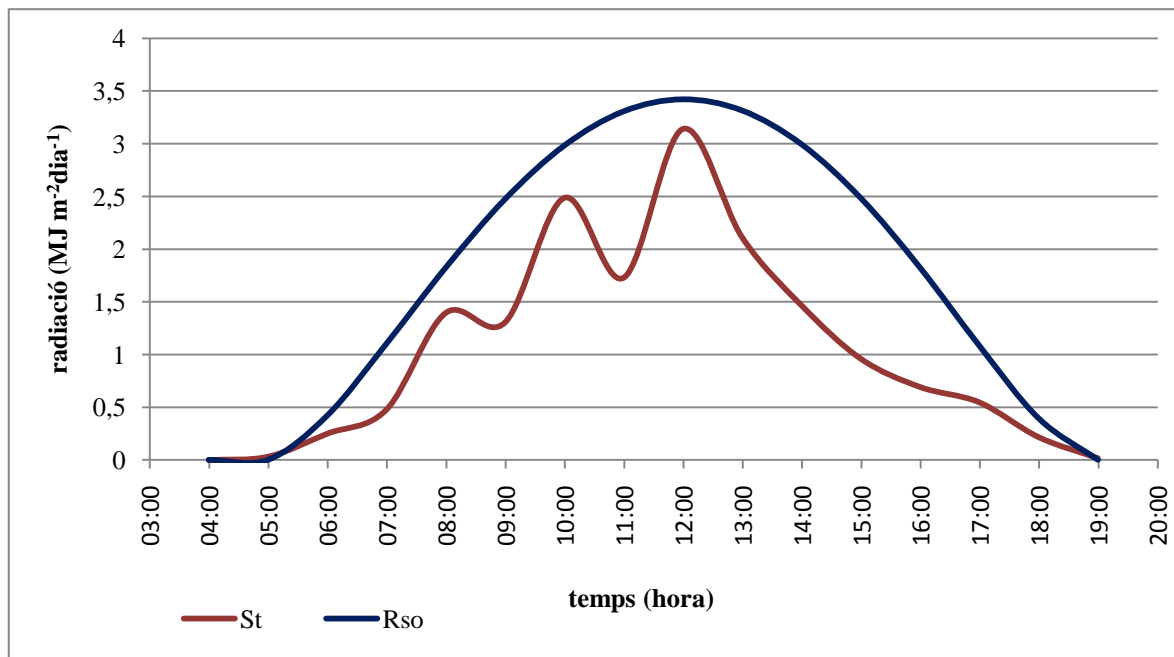


Figura 3.8. Evolució horària de la radiació solar mesurada (St) i la radiació solar potencial teòrica (Rso) pel dia 09/08/2009.

3.2.2 EVOLUCIÓ DE L'ALBEDO SOBRE COBERTA VEGETAL DE PRESSEGUER

L'albedo mesurat amb el sensor CNR1 és expressat com la relació entre la radiació solar reflectida i la incident. La figura 3.9 mostra l'evolució de l'albedo sobre la coberta vegetal del presseguer al llarg del cicle del cultiu. Cal esmentar que la figura mostra l'albedo diari calculat a partir de la mitja de valors durant el període d'insolació solar (entre les 8 i les 16 hores solars i entre les 12 i les 13 hores solars). En la figura 3.9 s'observa una fluctuació diària de l'albedo en ambdós mitges. Durant els mesos d'abril i maig l'albedo fluctua en un llinar amb valors entre 0,17 i 0,21 (8-16 h) i entre 0,16 i 0,21 (12-13 h) encara que s'aprecia un lleu decreixement durant els mesos d'estiu (juny, juliol i agost).

L'albedo durant els mesos d'estiu varia dins un llinar amb valors compresos entre 0,15 i 0,18 (8-16 h) i entre 0,14 i 0,18 (12-13 h). Després d'aquest període l'albedo creix i recupera valors situats al voltant del 0,17 i 0,21 (8-16 h) i entre 0,15 i 0,19 (12-13 h) fins a final del cicle. La mitja de l'albedo sobre la coberta vegetal del presseguer per tot el cicle del cultiu és de 0,175 (8-16 h) i de 0,165 (12-13 h).

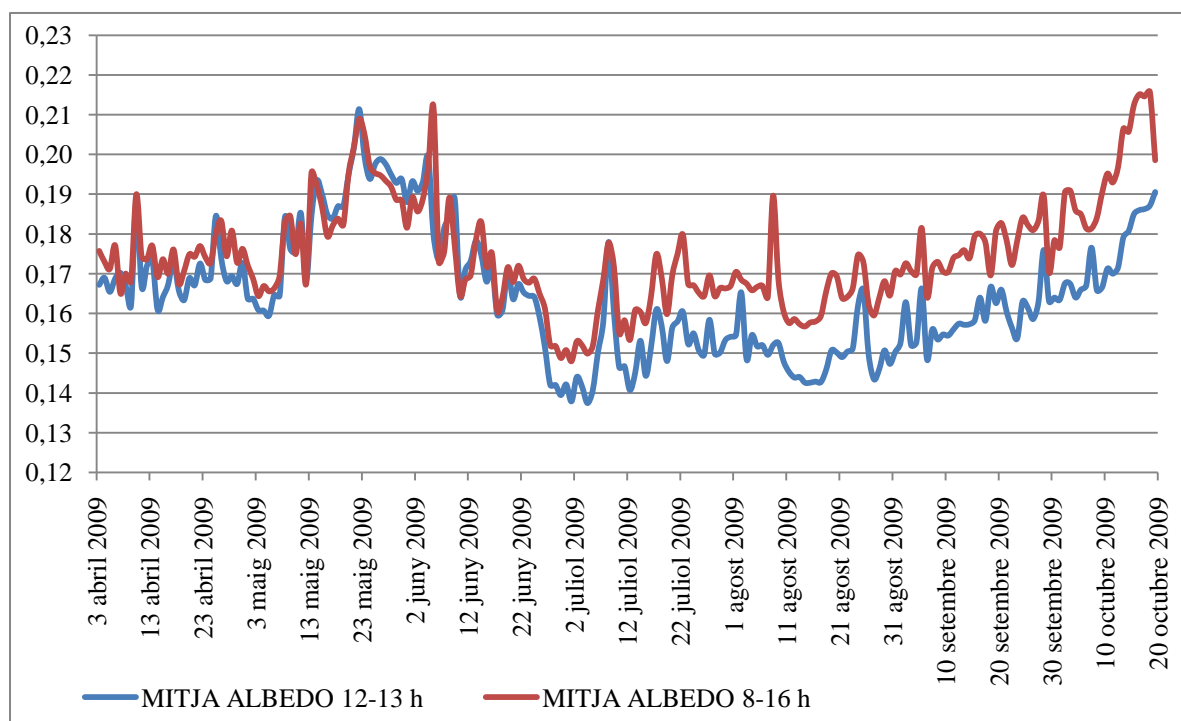


Figura 3.9. Evolució de l'albedo (mitja 8-16 h i mitja 12-13 h) al llarg del cicle del cultiu.

La figura 3.10 mostra l'evolució de l'albedo de les 8 a les 16 hores solars pels dies 22 de juliol del 2009, 26 de juliol del 2009 i 9 d'agost del 2008. El perfil de l'albedo els dies 22/07/09 i 26/07/09 presenta un perfil molt similar, amb valors mínims les hores corresponents al migdia solar (12 h). El patró d'ambdós dies segueix una corba còncava i simètrica respecte les 12 h. El dia 22/07/09 l'albedo varia en un llinar de valors compresos entre 0,21 i 0,16. El dia 26/07/09 l'albedo varia entre en un llinar de valors compresos entre 0,20 i 0,15. S'aprecia com els valors d'albedo pel dia 22/07/09 són aproximadament 0,01 punts superiors als valors d'albedo pel dia 26/07/09. El perfil de la corba donada pels valors d'albedo pel dia 09/08/09 és irregular i fluctua en un llinar compresos entre valors de 0,2 i 0,14. Segueix una tendència similar a la corba donada pels altres dos dies tot i que s'aprecia un pic a les 11 hores solars, a diferència dels altres dos dies.

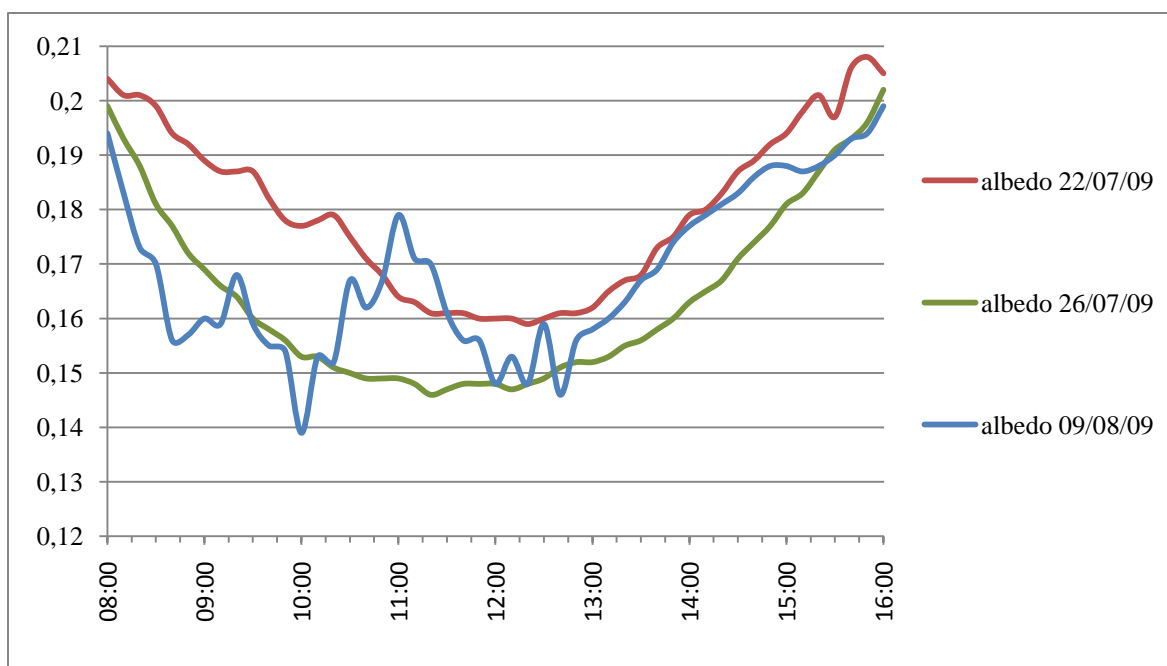


Figura 3.10. Evolució de l'albedo entre les 8 - 16 h solars pels dies 22/07/09, 26/07/09 i 09/08/09.

3.2.3 RADIACIÓ NETA

La figura 3.11 mostra l'evolució de la radiació solar global en comparació amb l'evolució de la radiació neta total al llarg del cicle del cultiu. S'aprecia com ambdós corbes fluctuen diàriament malgrat que segueixen patrons molt similars. El perfil de les corbes és convex, amb valors màxims de radiació els mesos d'estiu. El valor màxim de radiació solar és de $33 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (el 21/06/09), el valor màxim de radiació neta és de $19 \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (el 29/06/09).

La figura 3.12 mostra la correlació lineal entre la radiació solar (St ; eix d'abscisses) i la radiació neta (R_n ; eix d'ordenades). La correlació segueix un model lineal descrit per l'equació següent:

$$y = 0,6298x - 1,6904$$

S'aprecia un alt índex de correlació ($R^2 = 0,902$) entre ambdós variables. El model és altament significatiu (Taula 3.1, annex II).

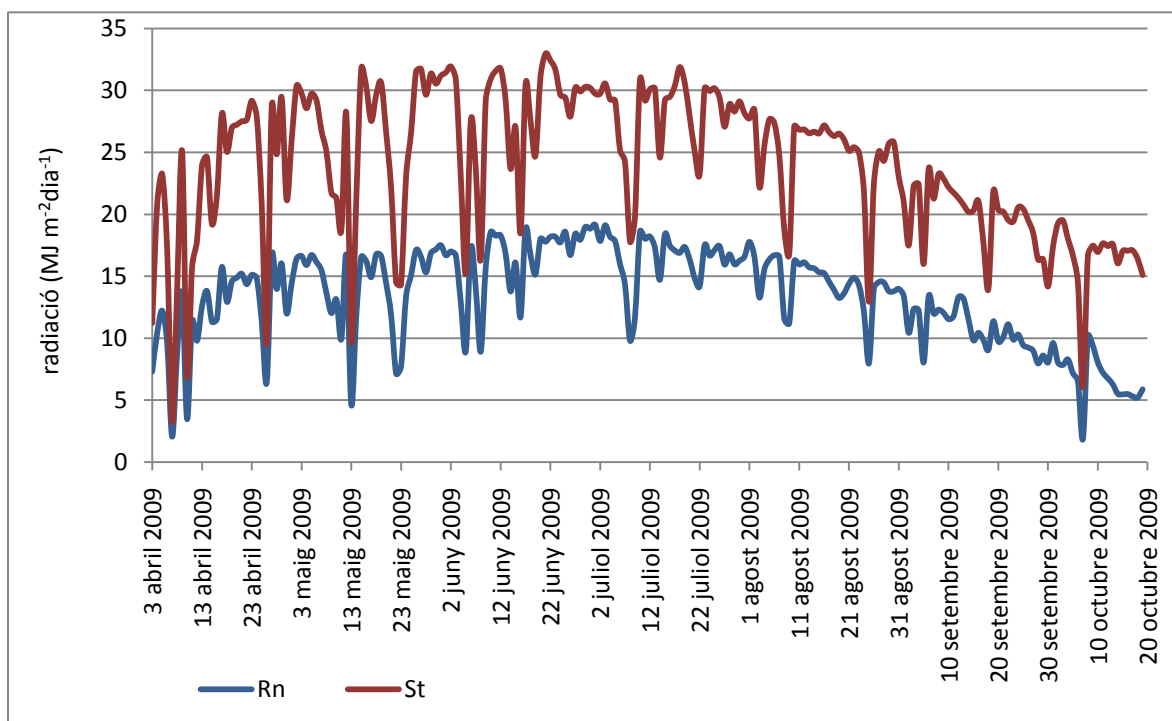


Figura 3.11. Evolució de la radiació solar (St) i la radiació neta total (Rn) al llarg del cicle del cultiu.

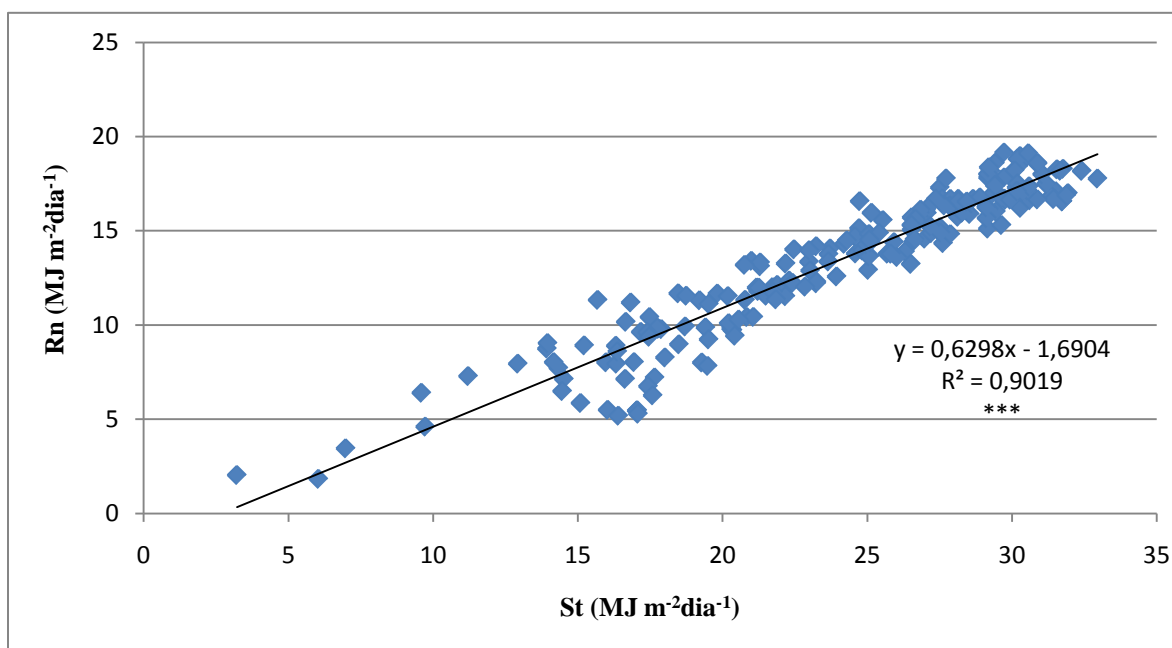


Figura 3.12. Correlació lineal entre la radiació solar (St) i la radiació neta total (Rn). Model altament significatiu (***).

3.3 BALANÇ D'ENERGIA

3.3.1 ESTUDI DEL VENT SOBRE LA COBERTA VEGETAL DE PRESSEGUER

La figura 3.13 mostra la sèrie de la velocitat del vent sobre la coberta vegetal de presseguer durant gran part del cicle del cultiu (de 16/07/09 a 20/10/09). Els valors màxims s'observen els dies 17 de juliol i 1 d'agost del 2009, amb valors de 7,6 i 11 m s⁻¹, respectivament. La resta del període la velocitat del vent fluctua en un llinar de valors comprés entre 0 i 5 m s⁻¹.

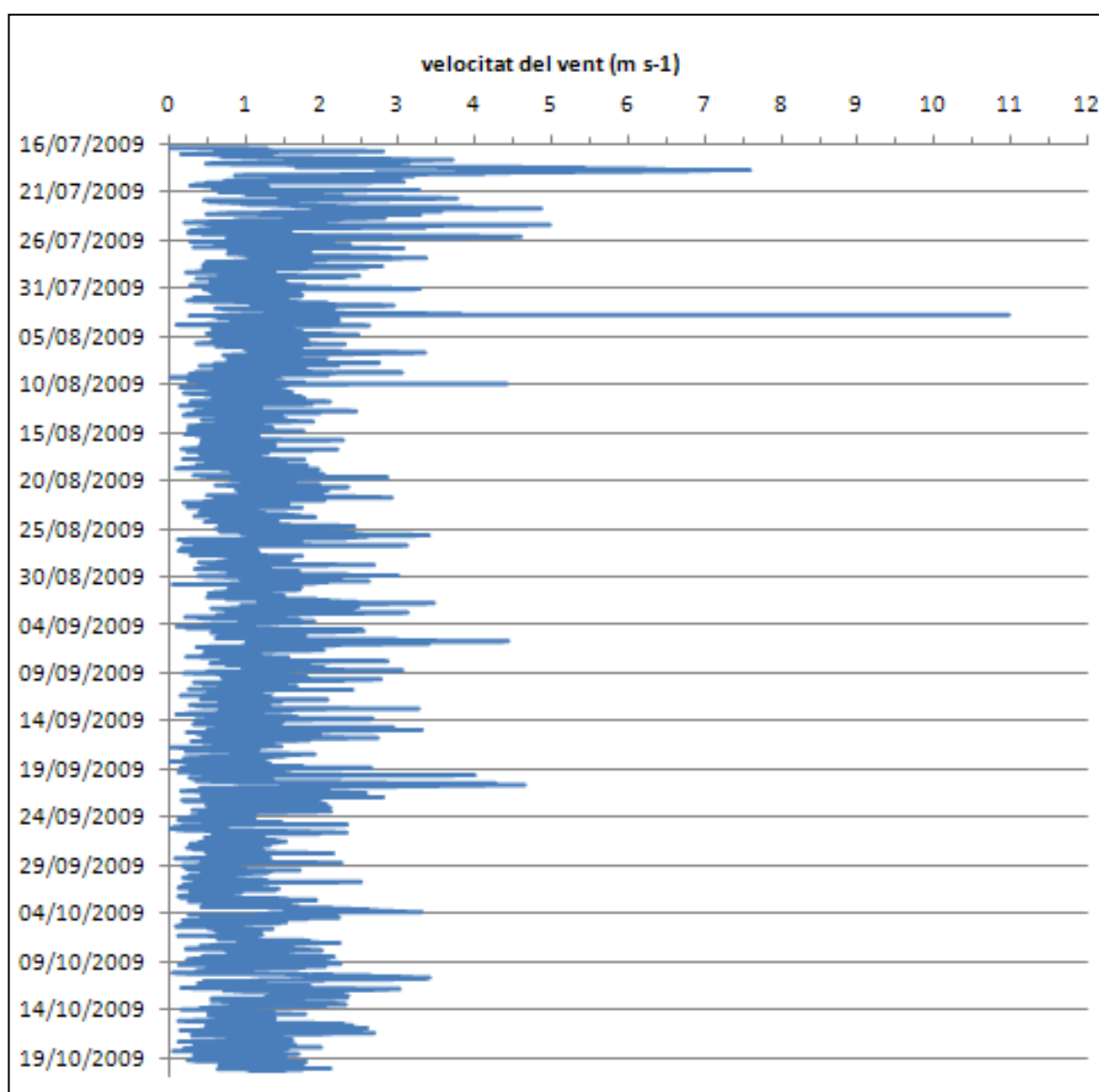


Figura 3.13. Sèrie de velocitat del vent (m s⁻¹) sobre la coberta vegetal de presseguer.

3.3.2 ESTUDI DE LA TEMPERATURA A LA COBERTA VEGETAL DE PRESSEGUER

La figura 3.14 mostra la sèrie de temperatures enregistrat a l'interior de la coberta vegetal de presseguer durant gran part del període (del 16/07/09 al 20/10/09). La temperatura màxima del període s'enregistra el 17 d'agost del 2009, amb un valor de 43°C. La temperatura mínima s'enregistra el 19 d'octubre del 2009, amb un valor de -0,3°C.

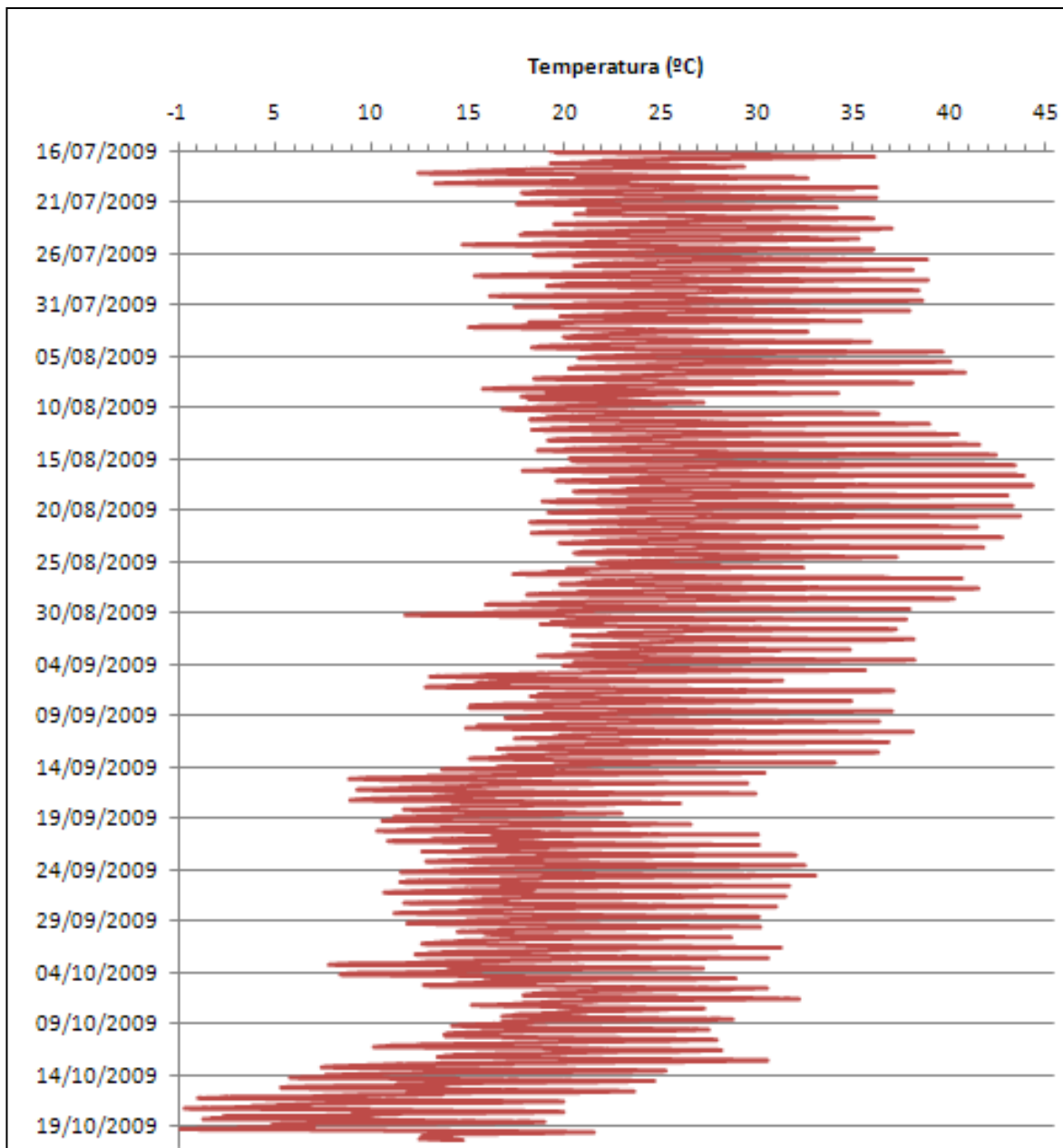


Figura 3.14. Sèrie de temperatura (°C) a l'interior de la coberta vegetal de presseguer.

3.3.3 ESTUDI DEL DÈFICIT DE PRESSIÓ DE VAPOR (VPD) A LA COBERTA VEGETAL DE PRESSEGUER

La figura 3.15 mostra el perfil donat pel dèficit de pressió de vapor a l'interior de la coberta vegetal de presseguer durant gran part del període (del 16/07/09 al 20/10/2009). El dèficit de pressió de vapor (VPD) ha estat calculat a partir de la temperatura màxima i mínima diària (a 1,4 m d'altura) i de la humitat relativa màxima i mínima diària (a 1,4 m d'altura). El VPD oscil·la en un llindar de valors comprès entre 0,8 i 3,8 kPa. El VPD màxim s'enregistra al 20 d'agost del 2009 amb un valor de 3,8 kPa.

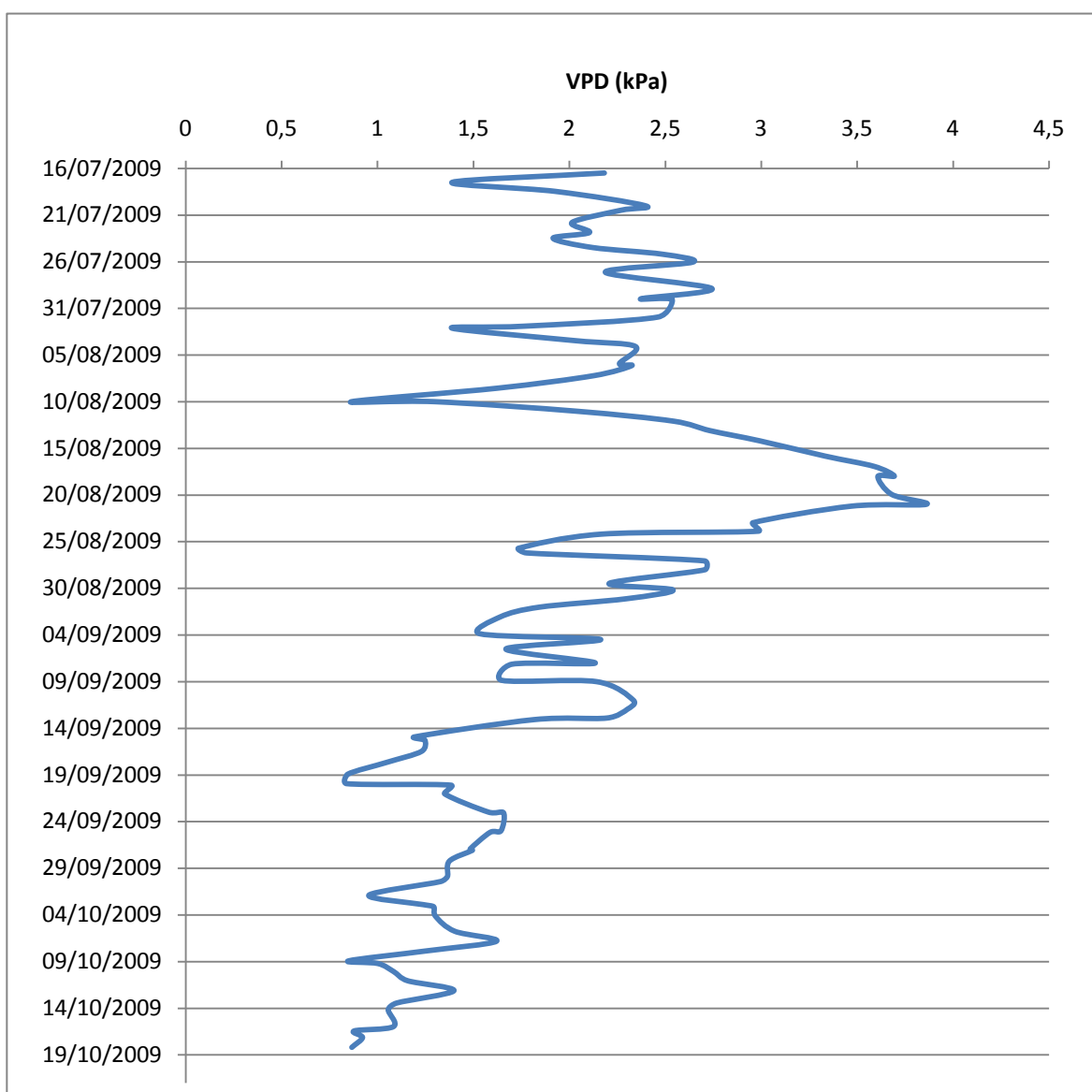


Figura 3.15. Perfil de dèficit de pressió de vapor (VPD; kPa) a l'interior de la coberta vegetal de presseguer.

3.4 APLICACIÓ DIRECTA DE L'EQUACIÓ PENMAN – MONTEITH PER ESTIMAR L'ET DEL PRESSEGUER

La figura 3.16 mostra l'evolució de l'evapotranspiració acumulada del presseguer (Penman – Monteith) al llarg del cicle del cultiu: ET *Prunus persica* – Penman Monteith (o ET Pp-PM). Així mateix es compara el model amb càlcul del reg i la pluja efectiva (Reg + Pef); amb el càlcul de l'ETo pel mètode FAO/Penman – Monteith i dades de la XAC (ETo XAC); i amb el càlcul de l'ETo de la XAC i la Kc del cultiu (ETo XAC * Kc). ET Pp-PM ha estat calculat en base la resistència estomàtica promig en tractaments R – 100, en aquest cas $r_s = 150 \text{ s m}^{-1}$ ($g_s = 270 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). S'observa un desajust gran entre ET Pp-PM i Reg+Pef. Les corbes donades per ETo XAC i ETo XAC*Kc s'ajusten força al model donat per Reg + Pef.

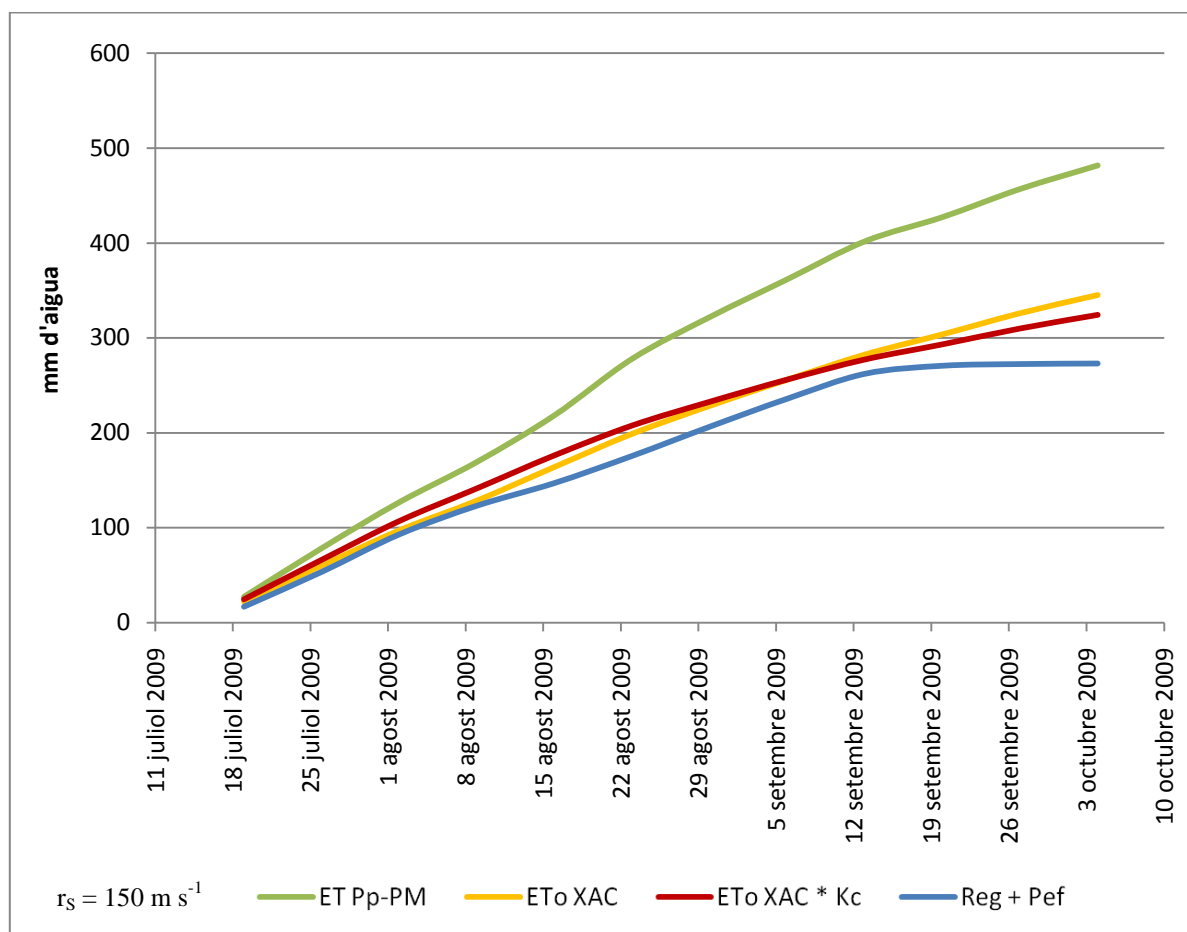


Figura 3.16. Diferents models de càlcul de l'evapotranspiració acumulada del cultiu en comparació amb Reg + Pef ($r_s = 150 \text{ s m}^{-1}$).

La figura 3.17 mostra la comparació dels models anteriors amb la diferència que en aquest cas s'ha ajustat el model ET Pp-PM al model Reg+Pef mitjançant la variació de la resistència estomàtica (r_s), de 150 a 310 $s\ m^{-1}$. En aquest cas, i a partir de la resolució d'una sèrie d'algorismes, la conductància estomàtica és de 133,6 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$. En aquest cas s'observa un ajust similar en tots tres models al model donat per Reg + Pef.

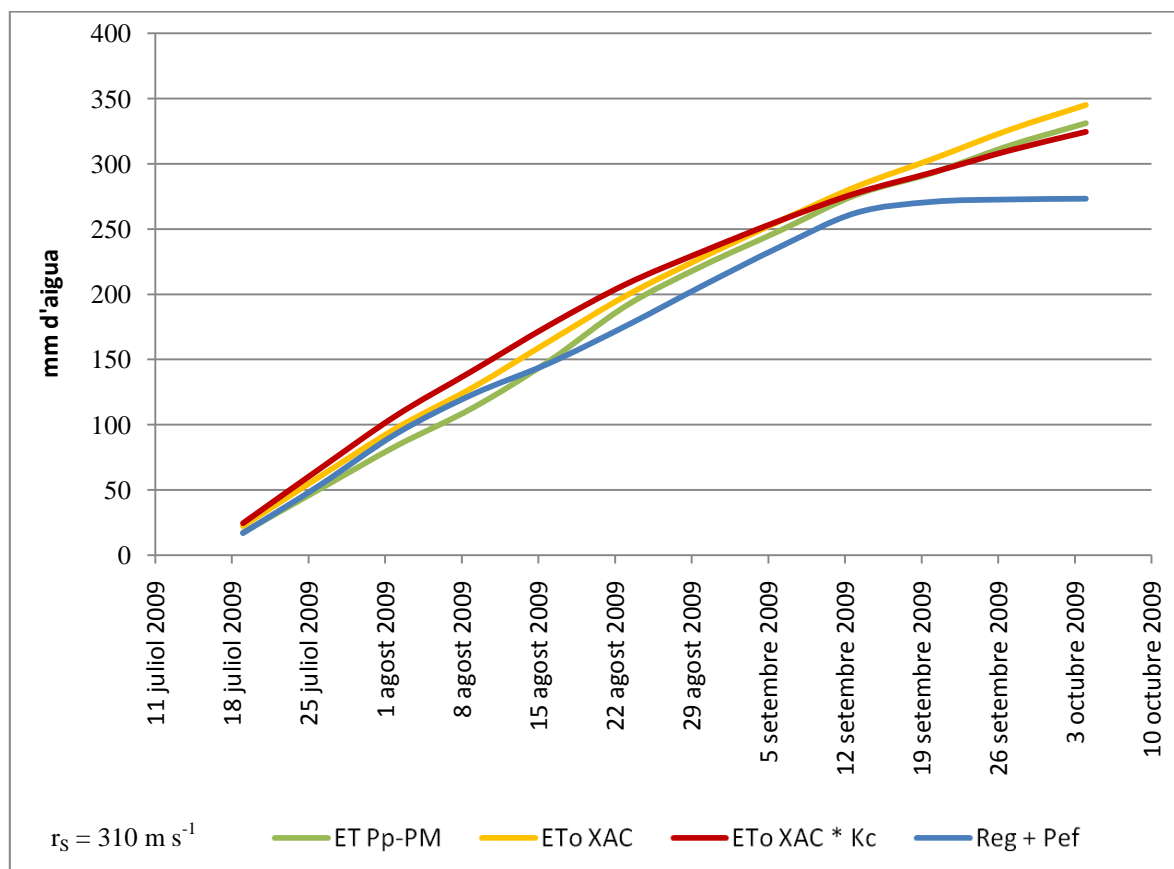


Figura 3.17. Diferents models de càlcul de l'evapotranspiració acumulada del cultiu en comparació amb Reg + Pef ($r_s = 310\ s\ m^{-1}$).

Les figures 3.18 i 3.19 mostren la correlació entre ET Pp-PM i Reg+Pef i entre ETo XAC*Kc i Reg+Pef, respectivament. S'observa una correlació molt alta entre ambdós models ($R^2 = 0,99$). Malgrat tot, ETo XAC*Kc presenta valors més alts en comparació amb el model Reg+Pef.

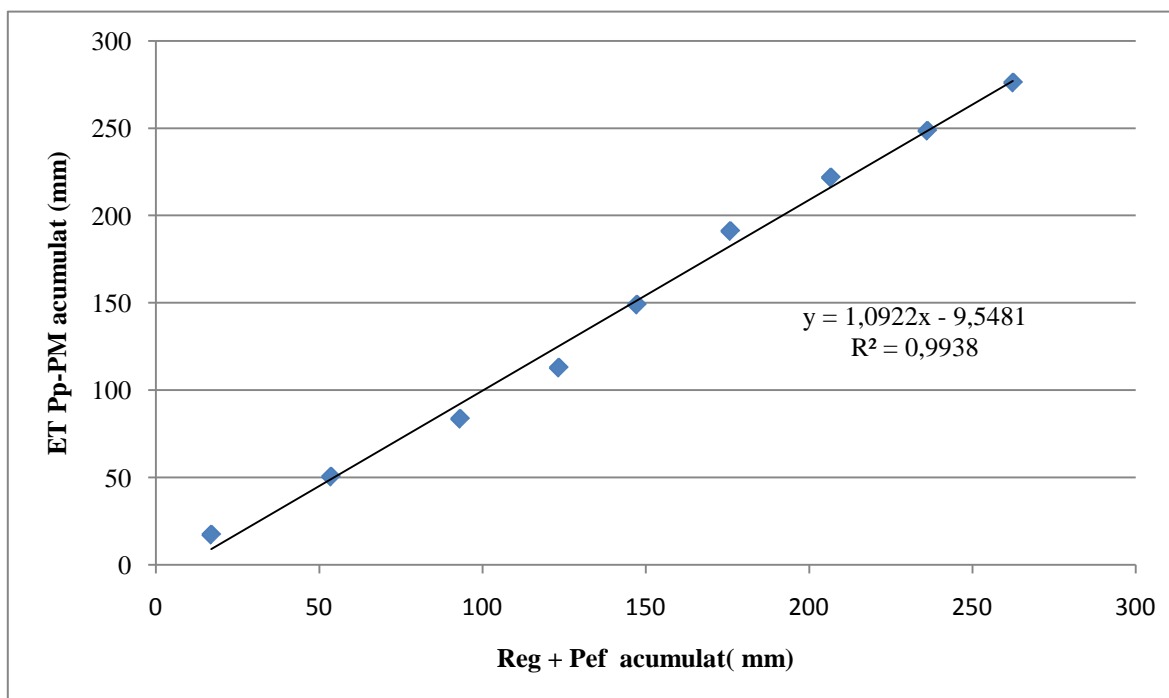


Figura 3.18. Correlació lineal del model ET Pp-PM amb el model Reg + Pef ($r_s = 310 \text{ s m}^{-1}$).

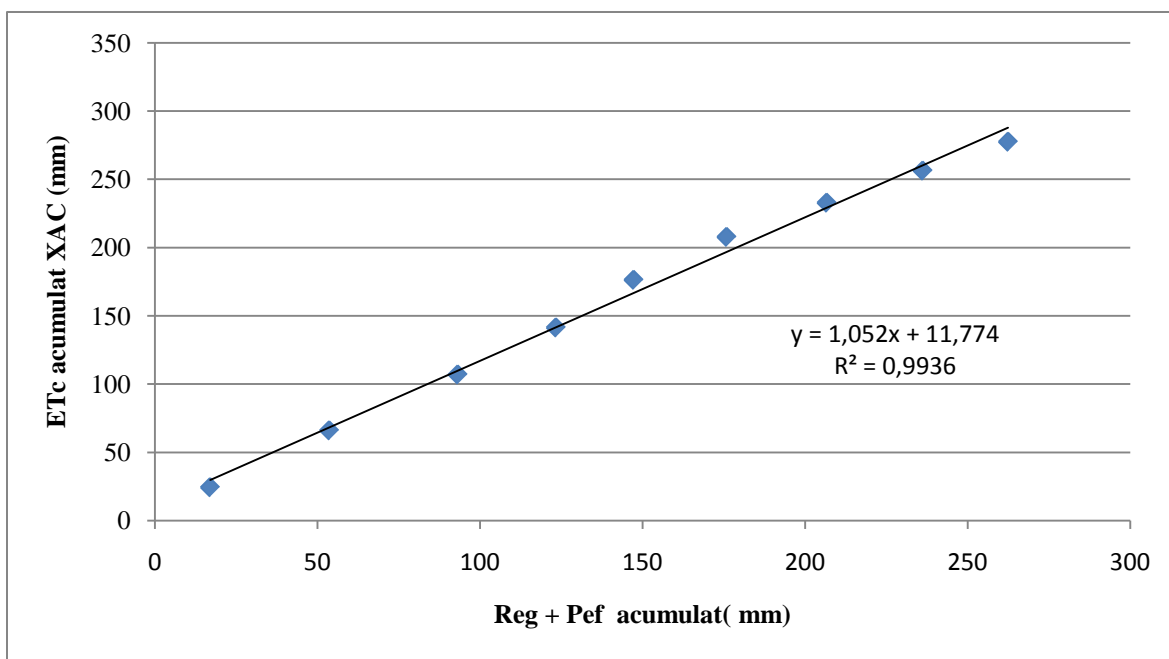


Figura 3.19. Correlació lineal del model ETo XAC*Kc amb el model Reg + Pef.

3.5 AIGUA APLICADA I RELACIONS HÍDRIQUES EN EL SÒL I LA PLANTA

3.5.1 AIGUA APLICADA

La figura 3.20 ens mostra l'evolució de l'aigua de reg aportada al cultiu en els diferents tractaments de reg fins al final del cicle, així mateix les línies discontinues mostren les diferents fases de creixement del fruit. El tractament R – 100 mostra els valors més alts d'aigua de reg aportada, amb un registre final acumulat de 570,4 mm (Taula 3.2, annex II). Fins a collita es van aplicar 427 mm. El reg post collita ha representat un 25 %. El tractament R – II és el que registra els valors més baixos d'aplicació d'aigua de reg d'entre tots els tractaments amb 459 mm finals acumulats (el qual representa el 80,5% respecte el tractament de referència R – 100). Fins a collita es van aplicar 312 mm. El reg post collita ha representat un 32 %. El tractament R – III registra un valor final acumulat de 491,1 mm d'aigua de reg aportada, el qual representa el 86,1% respecte el tractament de referència R – 100. Fins a collita es van aplicar 345 mm. El reg post collita ha representat un 30 %. (Figura 3.21).

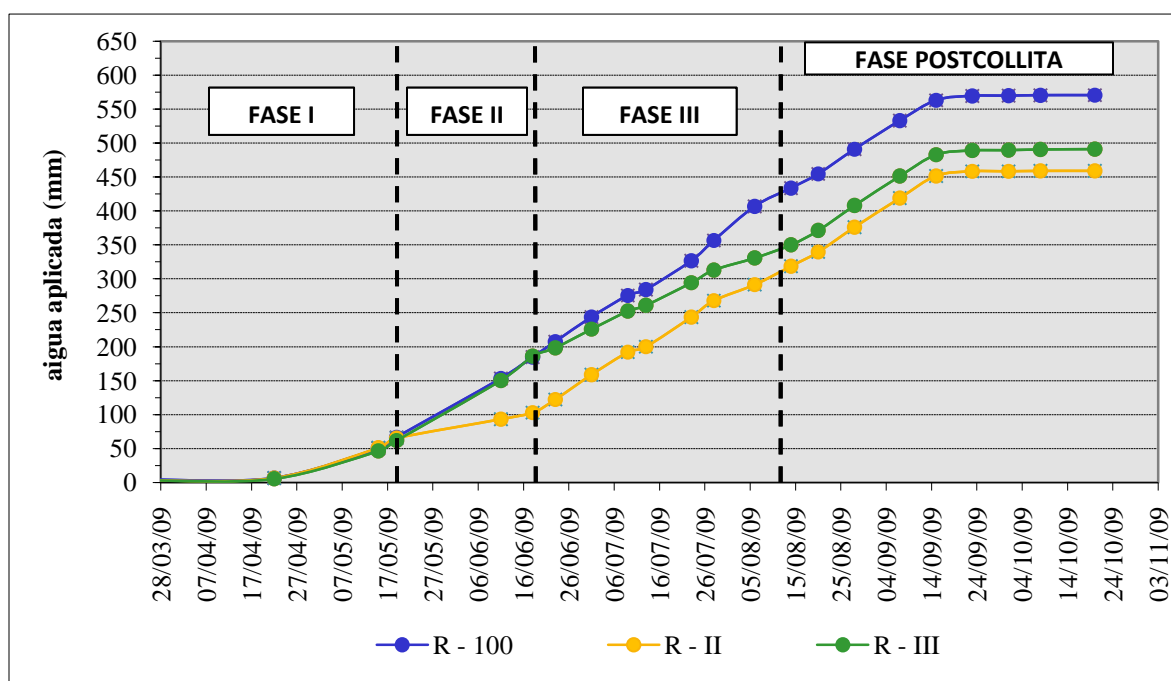


Figura 3.20. Evolució de l'aigua de reg aplicada per tractament

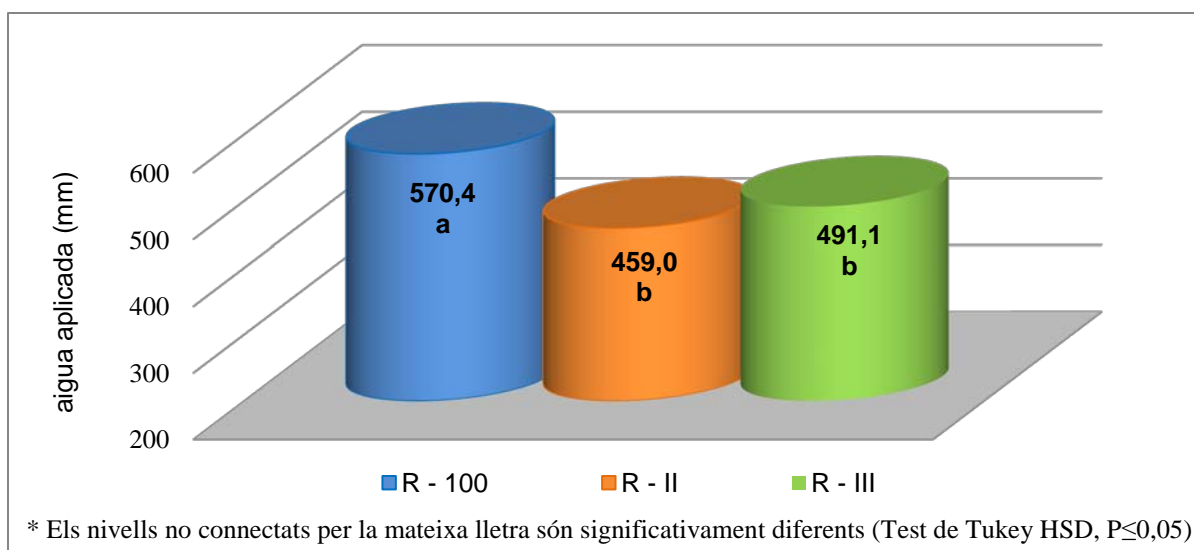


Figura 3.21. Total d'aigua de reg aplicada en els diferents tractaments de reg durant tot el cicle del cultiu.

La figura 3.22 ens mostra l'evolució de la dosi d'aigua de reg aplicada (en %) en els tractaments R - II i R - III respecte el tractament de referència R - 100. S'aprecia com en el tractament R - II es va reduir la dosi de reg fins a un 30% durant la fase II de creixement del fruit. Així mateix s'observa com en el tractament R - III es va reduir la dosi de reg fins al 70 - 75% durant la fase III. La dosi de reg es va mantenir igual per a tots els tractaments de reg durant la fase I i període de postcollita.

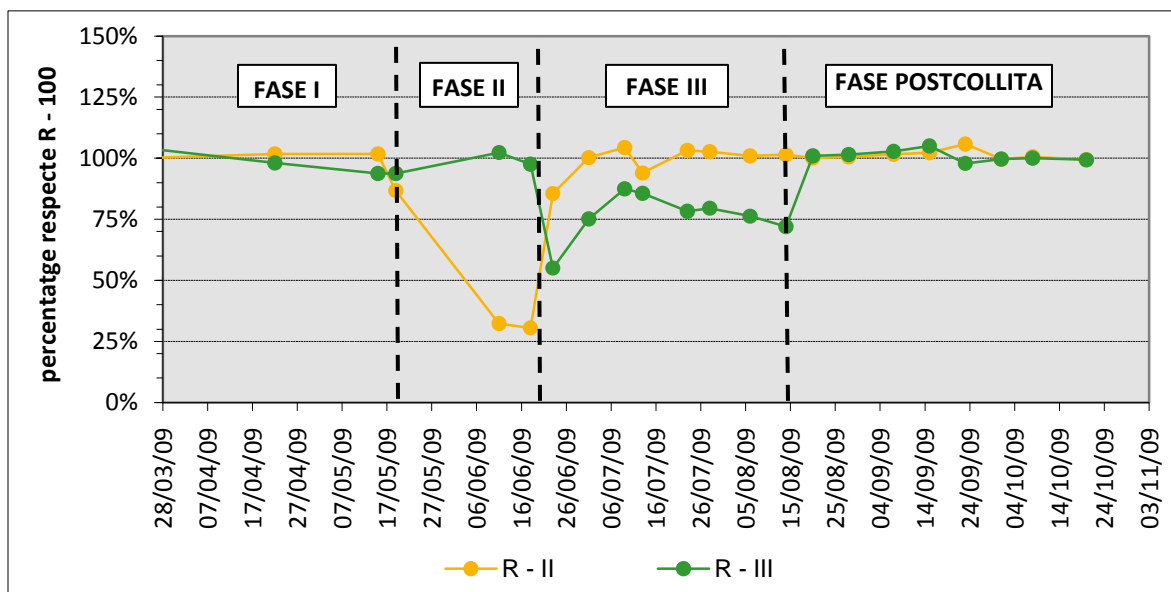


Figura 3.22. Evolució de la dosi de reg aplicada en R - II i R - III respecte R - 100 (en %).

3.5.2 EVOLUCIÓ DEL CONTINGUT D'AIGUA AL SÒL

La figura 3.23 mostra l'evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 20 (R – 100) a diferents profunditats (15 i 30 cm) durant la 3a setmana de juliol (del 15/07/2009 al 22/07/2009). Segons s'observa, es pot establir el límit del punt de saturació del sòl al voltant del 25% de contingut volumètric d'aigua al sòl. El punt de recàrrega del sòl es situa prop del 10% de contingut volumètric d'aigua al sòl. D'altra banda, s'observa un retard temporal de la corba de contingut volumètric als 30 cm respecte la corba donada pel contingut volumètric als 15 cm. El perfil de la corba presenta una repetició cíclica d'un mateix patró. Després del pic, la corba presenta un pendent elevat però que canvia quan s'assoleix un contingut volumètric pròxim al 20%. Després d'aquest punt el pendent de la corba es suavitza fins a assolir un contingut volumètric pròxim al 16-17%. A partir d'aquest nivell el pendent de la corba augmenta fins assolir el mínim, al voltant del 10% de contingut volumètric d'aigua al sòl.

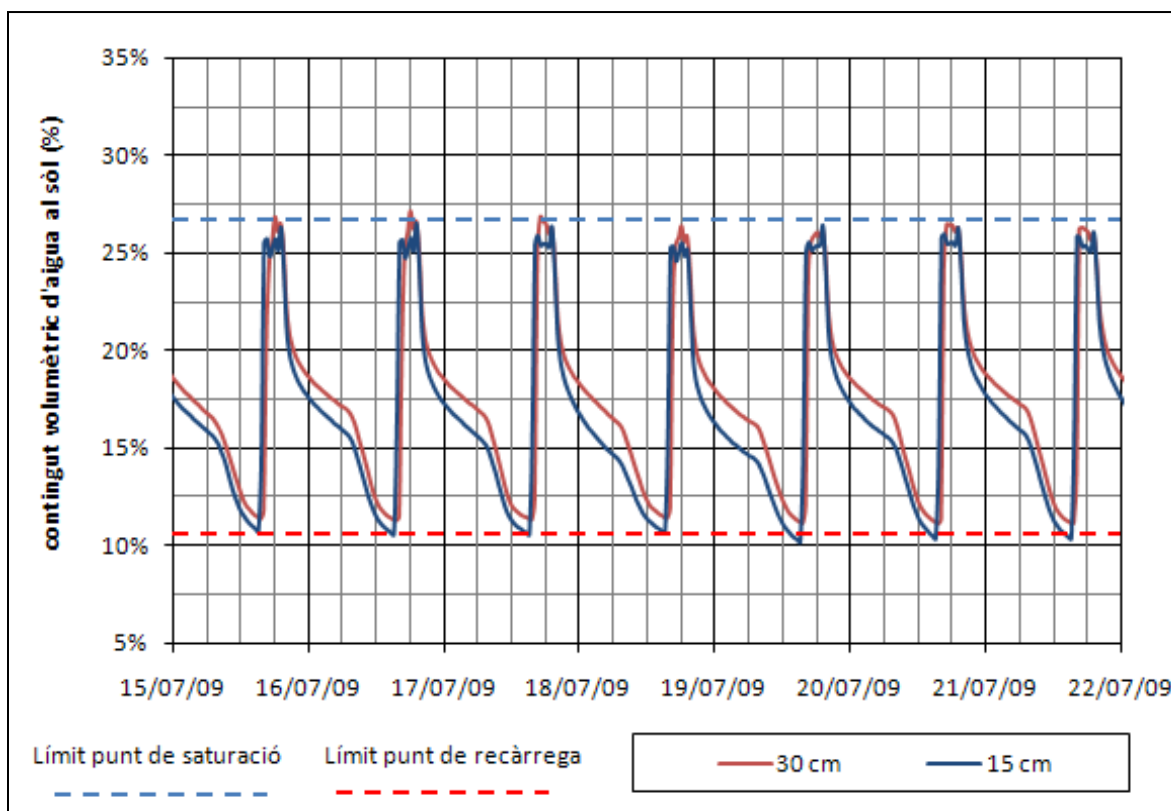


Figura 3.23. Evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 20 (R – 100) durant la 3a setmana del mes de juliol del 2009.

La figura 3.24 mostra l'evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 20 (R – 100) en comparació amb l'evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 16 (R – III) durant la fase III de creixement del fruit. Ambdós presenten un patró similar malgrat que s'observa nivells màxims de contingut volumètric d'aigua al sòl menors en la PE sota tractament R – III en comparació amb la PE sota tractament R – 100.



Figura 3.24. Evolució del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 20 (R – 100) i en la PE núm. 16 (R – III) durant la fase III de creixement del fruit.

La figura 3.25 mostra la relació (en %) del contingut volumètric d'aigua al sòl del tractament R – III (PE núm. 16) respecte del tractament R – 100 (PE núm. 20) al moment d'aplicació d'aigua de reg (a les 17:30 hores) durant la fase III. La diferència promig del contingut d'aigua al sòl d' R – III respecte R – 100 ha estat del 78%. Malgrat tot, s'observen fluctuacions entorn a aquest valor durant gran part de la fase.

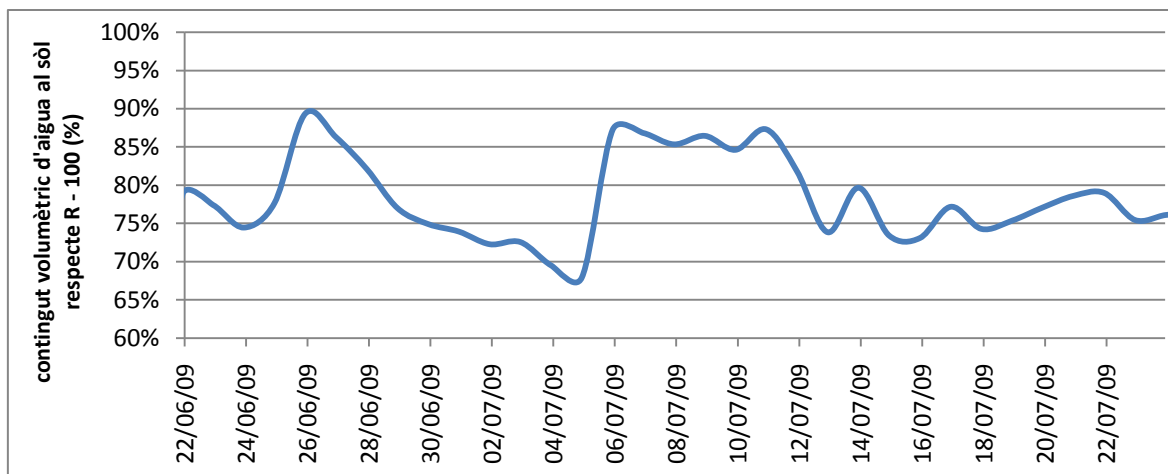


Figura 3.25. Relació del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 16 (R – III) respecte el contingut de la PE núm. 20 (R – 100) al punt màxim de contingut d'aigua al sòl, durant la fase III de creixement del fruit.

La figura 3.26 mostra la relació (en %) del contingut volumètric total d'aigua al sòl del tractament R – III (PE núm. 16) respecte del tractament R – 100 (PE núm. 20) durant gran part de la fase III. El valor promig del contingut total d'aigua al sòl d' R – III respecte R – 100 ha estat del 94%. S'observen fluctuacions entorn a aquest valor durant gran part de la fase.

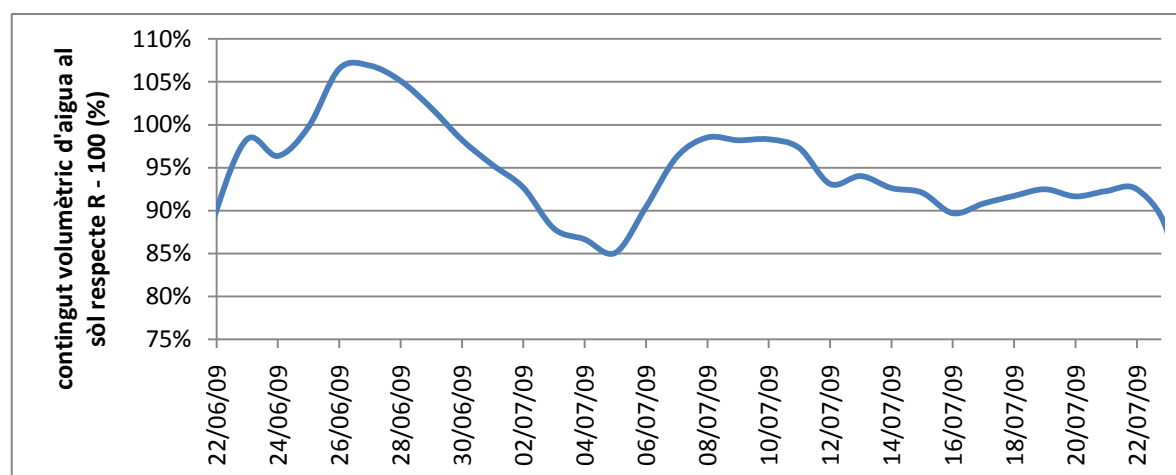


Figura 3.26. Relació del contingut volumètric d'aigua al sòl en la PE núm. 16 (R – III) respecte el contingut de la PE núm. 20 (R – 100) total d'un cicle de reg durant la fase III de creixement del fruit.

3.5.3 EVOLUCIÓ DEL POTENCIAL HÍDRIC DE TIJA (Ψ_{TJA})

La figura 3.27 mostra l'evolució del potencial hídric de tija en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu. El tractament de reg R – II és el que mostra els valors més elevats (en valor absolut) durant la fase II de creixement del fruit, assolint un màxim de -1,1 MPa. Un cop finalitza la fase II el potencial hídric de tija en el tractament R – II descendeix fins a valors més baixos, i segueix un patró pràcticament idèntic al tractament de referència R – 100 fins a postcollita. El tractament R – III segueix un patró molt semblant a R – 100 durant la fase II de creixement del fruit, ambdós es mantenen en un llindar amb valors compresos entre -0,45 i -0,65 MPa. Posteriorment, el tractament de reg R – III assoleix valors de potencial hídric més alts respecte la resta de tractaments durant la fase III de creixement del fruit. El valor màxim de potencial hídric de tija en el tractament R – III és de -1,2 MPa (durant la fase III).

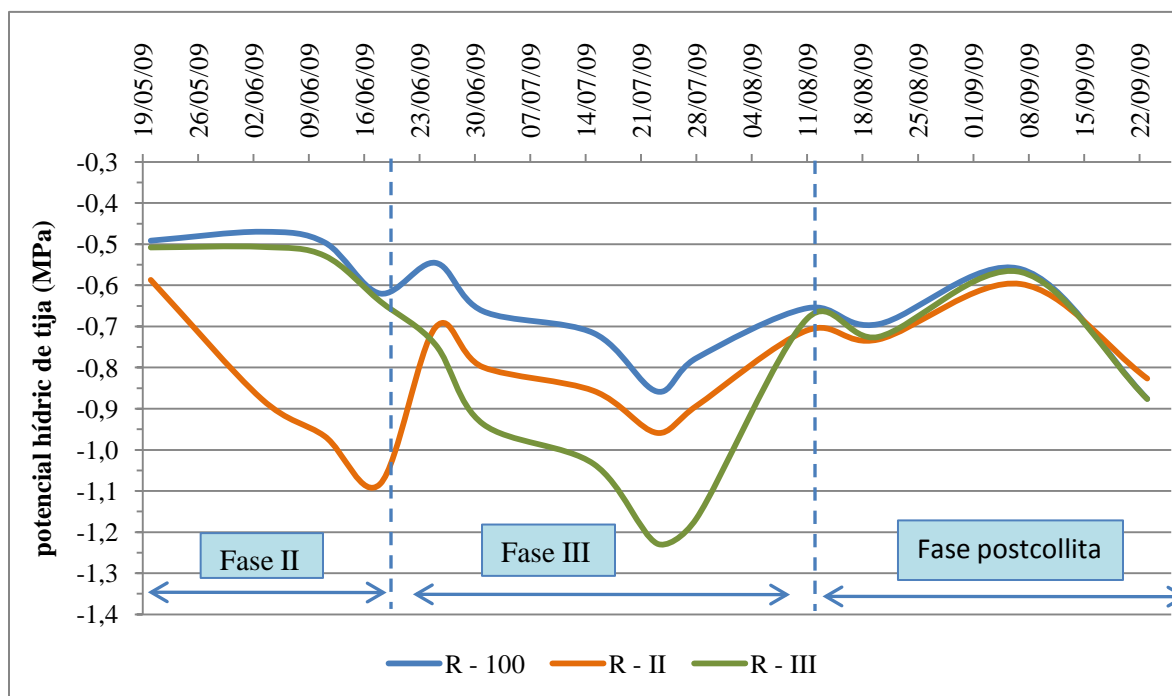


Figura 3.27. Evolució del potencial hídric de tija en els diferents tractaments de reg.

Un cop finalitza la fase III els valors de potencial hídric en el tractament R – III descendeixen i recuperen nivells gairebé idèntics a la resta de tractaments. El tractament de

reg de referència R – 100 és manté en un llindar de valors baixos respecte la resta de tractaments durant tot el cicle del cultiu. El llindar de valors per a R – 100 durant tot el cicle del cultiu és superior a -0,45 MPa i inferior a -0,9 MPa.

Les figures 3.28 i 3.29 mostren l'evolució horària del potencial hídric de tija per als dies 18/06/2009 (final fase II) i 28/07/2009 (final fase III), respectivament. En la figura 3.28 s'observa com són les PE que es troben sota el tractament de reg R – II les quals presenten valors més alts (en valor absolut) de potencials hídrics. La diferència entre els nivells de potencials entre tractaments ja es fa palès a primera hora del dia (5 h), amb valors de -0,2 MPa en PE amb tractaments R – 100 i R – III i amb valors de -0,3 MPa en PE amb tractament R – II. Al migdia solar (14 h) s'assoleixen valors pròxims a -1,1 MPa en el tractament R – II mentre que en els tractaments R – 100 i R – III s'assoleixen valors pròxims a -0,6 MPa.

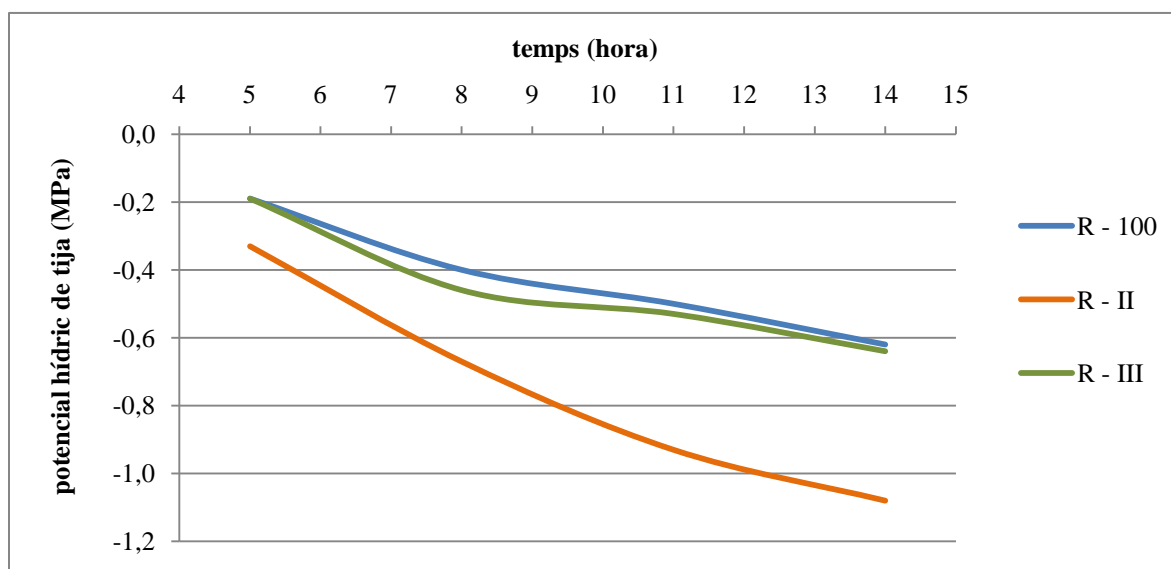


Figura 3.28. Evolució horària del potencial hídric de tija en els diferents tractaments de reg pel dia 18/06/2009.

En la figura 3.29 s'observen valors de potencials força similars entre tots tres tractaments fins a les 8 h (6 h solars). Tots tres tractaments es troben en un llindar de valors comprès entre -0,45 i -0,5 MPa. És a partir d'aquesta hora quan el tractament R – III pren valors més alts (en valor absolut) i es comença a diferenciar de la resta. Així, a les 14 h (12 h solars) s'assoleix un valor pròxim als -1,2 MPa per al tractament R – III, i de -0,85 i -0,8 MPa per als tractaments R – II i R – 100, respectivament.

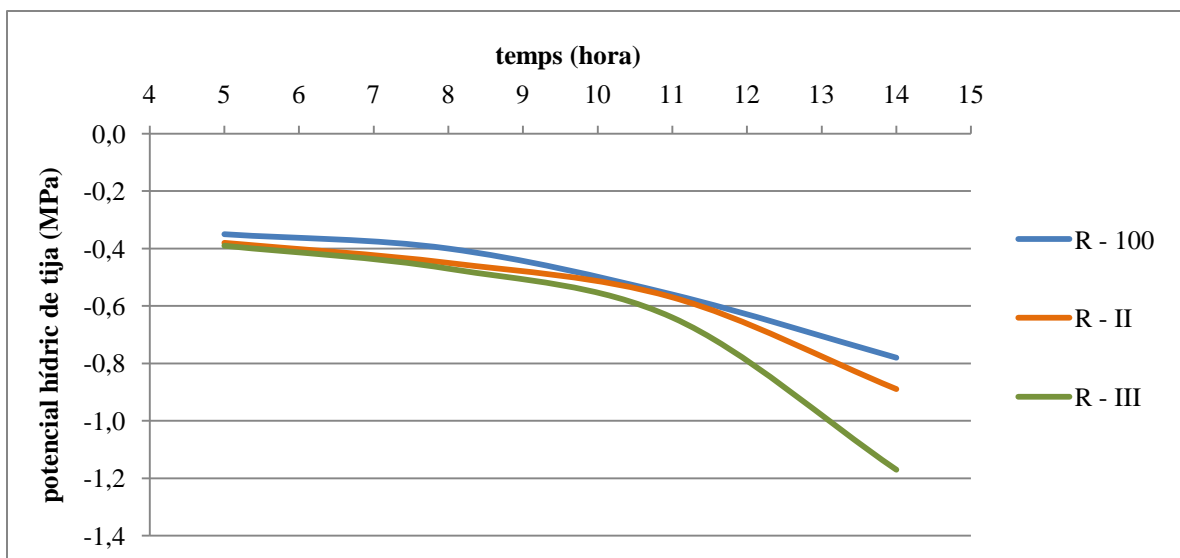


Figura 3.29. Evolució horària del potencial hídic de tija en els diferents tractaments de reg pel dia 28/07/2009.

La figura 3.30 mostra els nivells de potencials assolits al final de la fase II pels diferents tractaments de reg. S'observa com el tractament R – II assoleix els valors més alts de potencial hídic, amb un valor de -1,1 MPa. Els tractaments de reg R – 100 i R – III assoleixen uns valors de -0,62 i -0,64 MPa, respectivament. Els valors assolits en R – II són estadísticament diferents dels valors assolits en R – 100 i R – III (Taula 3.3, Annex II).

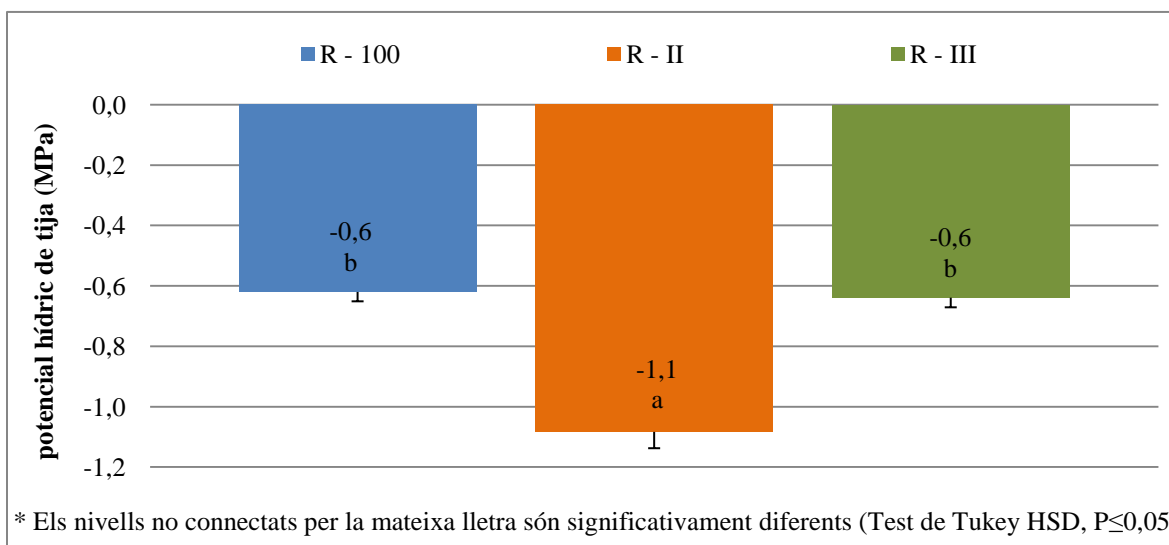


Figura 3.30. Nivell final de potencial hídic de tija assolit al final de la fase II (18/06/2009) pels diferents tractaments de reg.

La figura 3.31 mostra els nivells de potencials assolits al final de la fase II pels diferents tractaments de reg. S'observa com el tractament R – III assoleix els valors més

alts de potencial hídric, amb un valor d' -1,2 MPa. Els tractaments de reg R – 100 i R – II assolixen uns valors de -0,8 i -0,9 MPa, respectivament. Els valors assolits en R – II són estadísticament diferents dels valors assolits en R – 100 i R – III (Taula 3.4, Annex II).

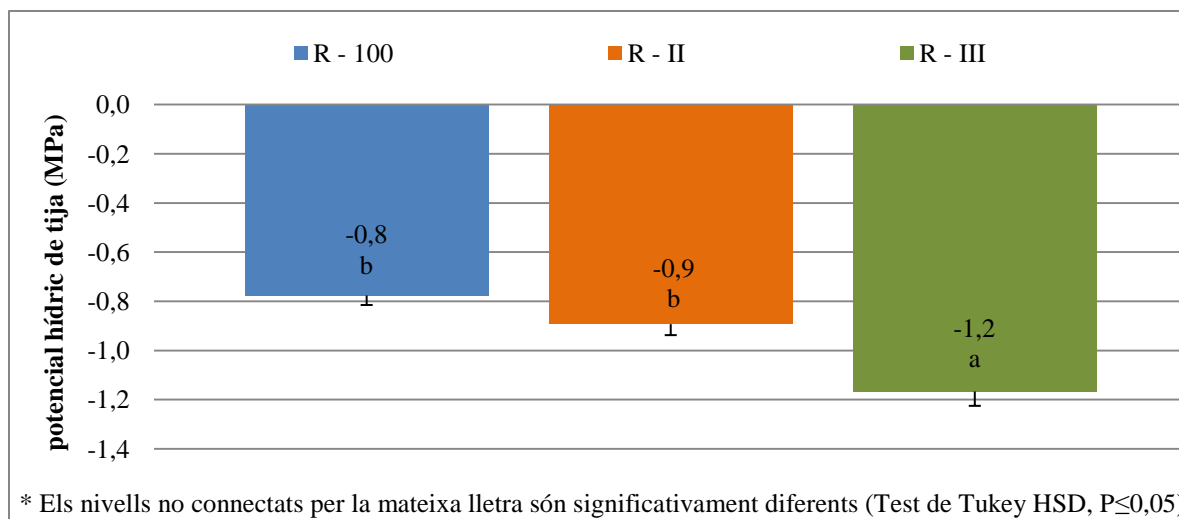


Figura 3.31. Nivell final de potencial hídric de tija assolit al final de la fase III (28/07/2009) pels diferents tractaments de reg.

3.5.4 DENDROMETRIA DE TRONC

La figura 3.32 mostra l'evolució del creixement del tronc durant la fase III pels diferents tractaments de reg. S'observa una fluctuació diària del creixement del tronc, molt més acusat en el tractament R – III, en comparació amb R – 100 i R – II. R – 100 presenta un pendent més elevat que la resta, assolint una major relació de creixement (final – inicial) en comparació amb la resta de tractaments.

La figura 3.33 mostra la fluctuació diària del tronc en més detall pels diferents tractaments de reg. S'observa el mateix patró en tots tres tractaments. Durant la nit l'expansió del tronc és mínima, però va creixent progressivament a mesura que avança el dia, assolint el màxim d'expansió a les 12 hores (migdia solar). A partir d'aquest punt s'observa una retracció del tronc, i torna a assolir els mínims durant el període nocturn. El patró es repeteix cíclicament durant tot el període, tot i que s'observa més amplitud entre el màxim i el mínim del cicle sota tractament R – III.

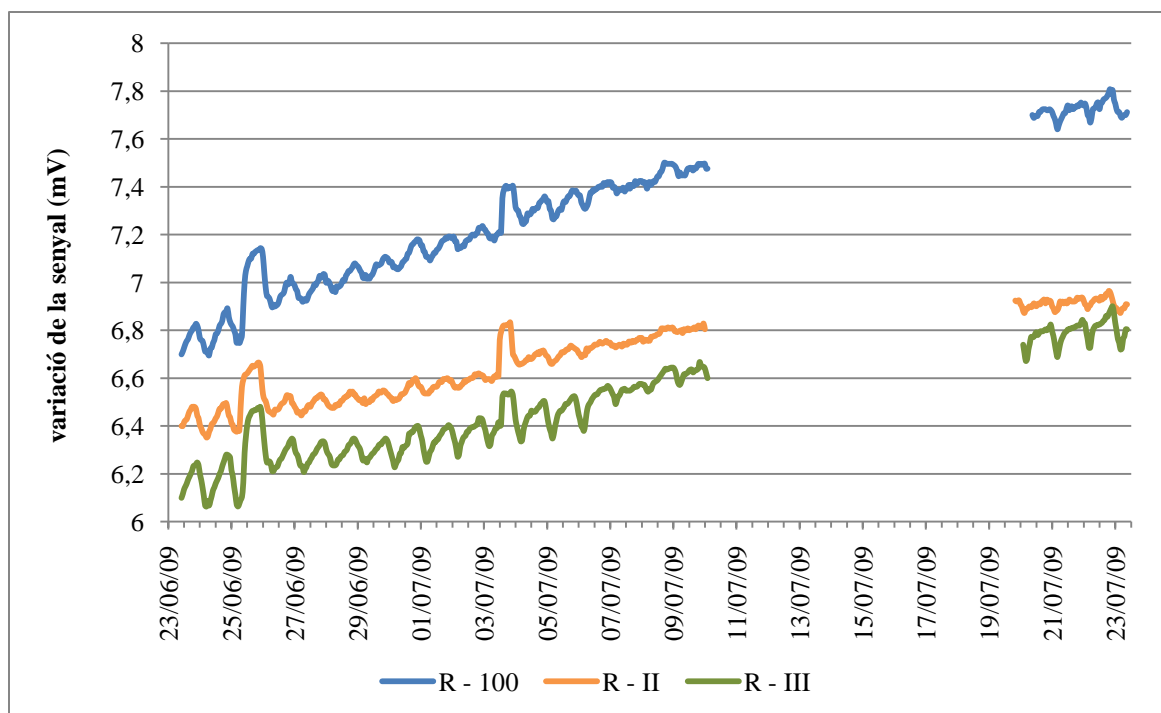


Figura 3.32. Evolució del creixement del tronc pels diferents tractaments de reg durant la fase III.

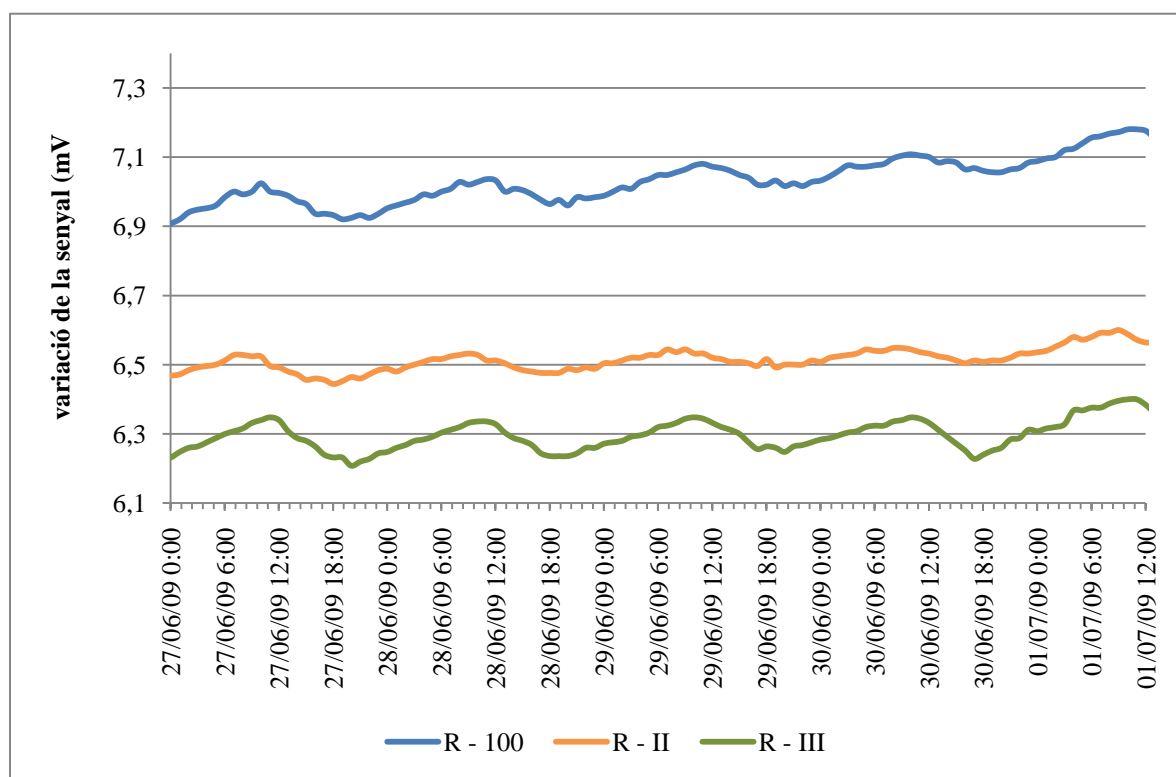


Figura 3.33. Evolució del creixement del tronc pels diferents tractaments de reg durant la fase III (detall).

3.6 CREIXEMENT DEL FRUIT

La figura 3.34 mostra l'evolució del diàmetre del fruit (mesurat al laboratori, a partir del mostreig) per als diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu. S'observa que els perfils de les corbes de tots tres tractaments segueixen una tendència similar malgrat que cal apreciar algunes diferències. La corba corresponent al tractament R – II sofreix un canvi en la pendent durant la fase II. El calibre dels fruits corresponents al tractament R – II creix més lentament que la resta de tractaments durant la fase II de creixement del fruit. Malgrat tot, un cop finalitza la fase II la corba definida pel calibre dels fruits sota tractament R – II canvia altre cop de pendent. Durant la fase III, els fruits corresponents a R – II creixen més ràpidament que els fruits corresponents a la resta de tractaments, assolint un diàmetre final similar als dels fruits R – 100. La corba definida pel diàmetre dels fruits sota tractament R – III segueix una pendent igual a la corba definida pel tractament R – 100 durant gran part del cicle. A mitjans de fase III però sofreix un canvi de pendent, els creixement del diàmetre dels fruits en R – III sofreix un alentiment durant aquesta fase de creixement del fruit.

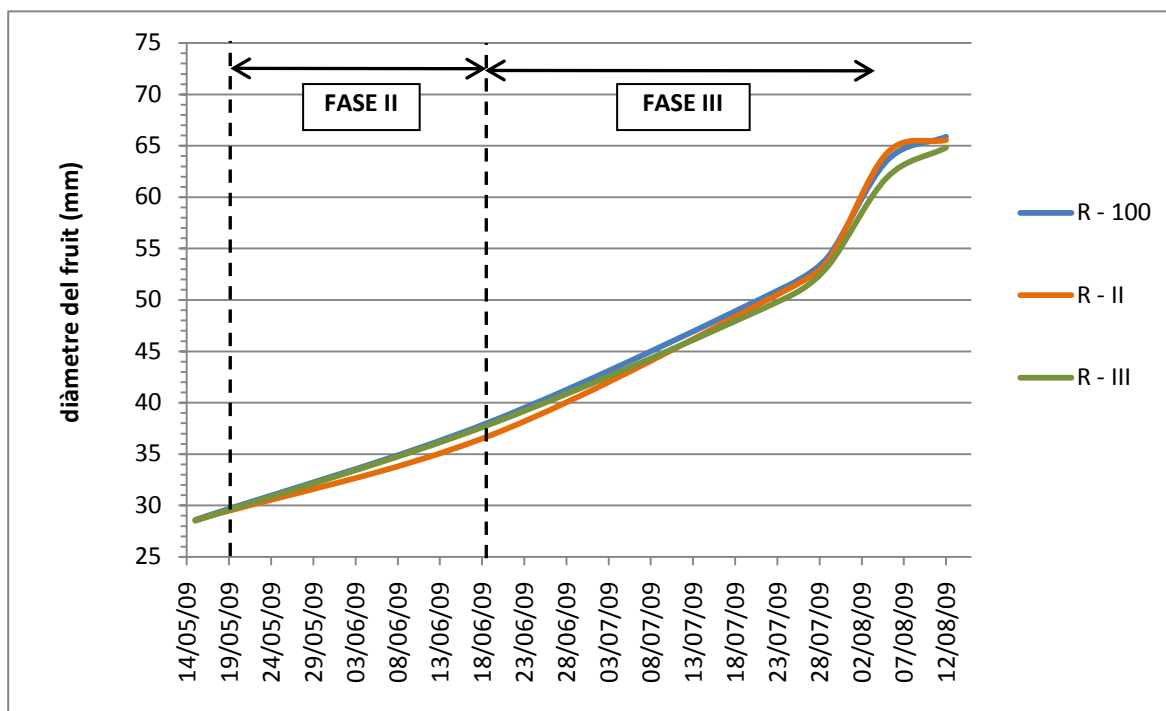


Figura 3.34. Evolució del diàmetre del fruit en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

La figura 3.35 mostra el valor final de diàmetre de fruit assolit en els diferents tractaments de reg (mesurat al laboratori, a partir del mostreig). S'observa com és sota tractament R – 100 on s'obtenen fruits de més diàmetre, amb un valor promig de 65,87 mm. En R – II i R – III el diàmetre final promig dels fruits és de 65,56 i 64,82 mm, respectivament. Malgrat tot, no s'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg (Taula 3.5, annex II).

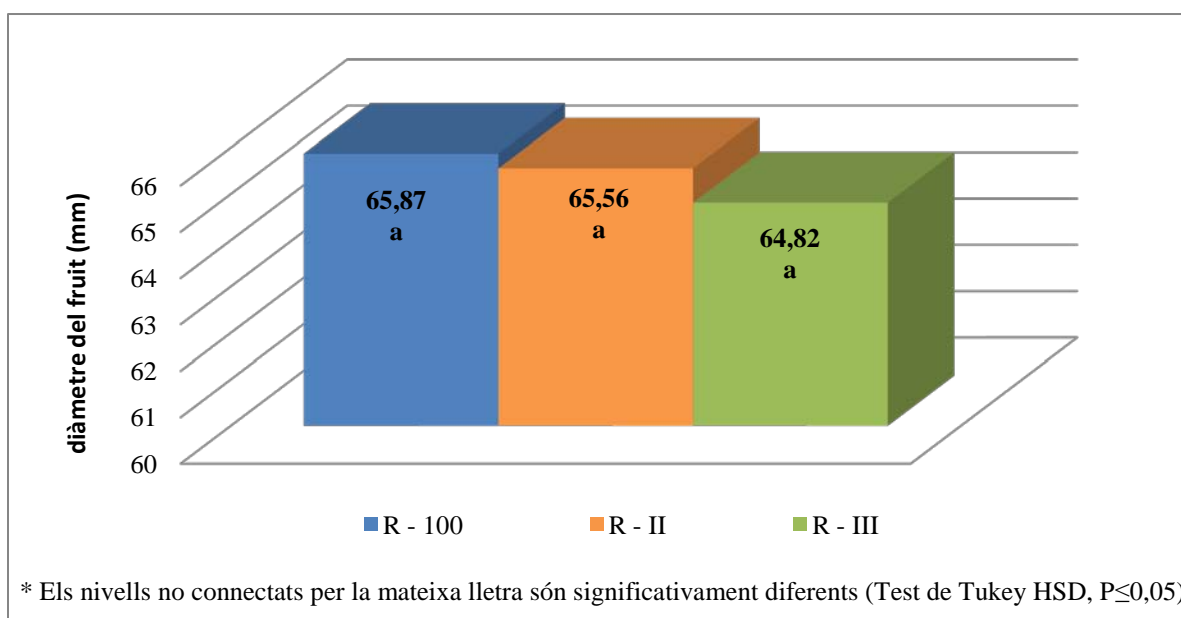


Figura 3.35. Diàmetre final del fruit assolit en els diferents tractaments de reg el dia de la collita.

La figura 3.36 mostra el creixement relatiu respecte al moment inicial dels fruits (mesurats amb els sensors de creixement dels fruits) pels diferents tractaments de reg durant la fase II de creixement del fruit. S'observa un mateix patró en tots els tractaments de reg. El fruit sofreix una expansió – retracció diària, amb valors màxims d'expansió a les 12 hores (migdia solar). Després d'aquest pic, el fruit sofreix una retracció del seu diàmetre, assolint valors mínims durant el període nocturn. Malgrat aquesta fluctuació diària el fruit es manté amb un diàmetre més o menys constant en el temps, el pendent de la recta es pràcticament nul en tots els tractaments durant la fase II de creixement del fruit.

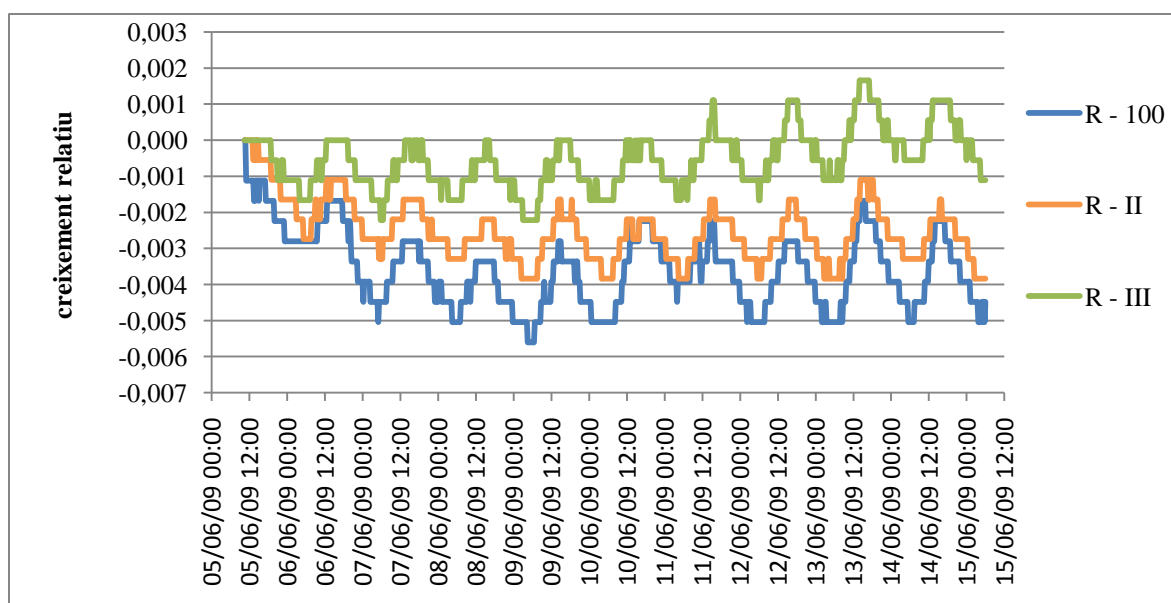


Figura 3.36. Creixement relatiu respecte al moment inicial del fruit pels diferents tractaments de reg durant la fase II.

La figura 3.37 mostra el creixement relatiu respecte al moment inicial dels fruits (mesurats amb els sensors de creixement dels fruits) pels diferents tractaments de reg durant la fase III de creixement del fruit. S'observa una tendència creixent en tots els tractaments, amb fluctuacions durant tot el cicle. S'observa com el pendent de les corbes sota tractament R – 100 i R – II es superior al pendent de la corba sota tractament R – III

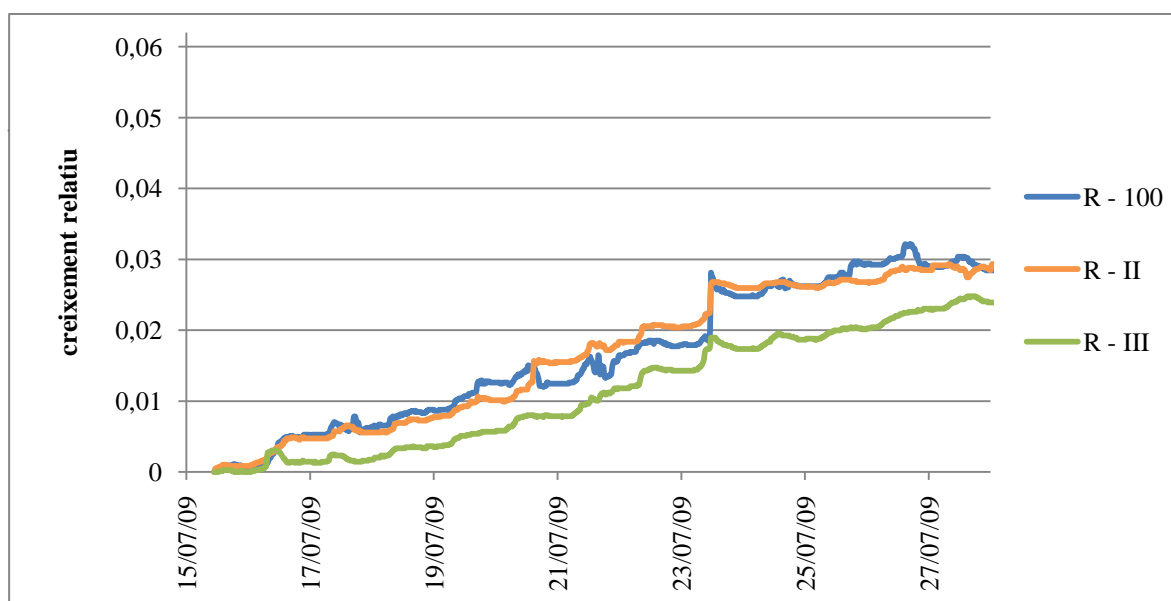


Figura 3.37. Creixement relatiu respecte al moment inicial dels fruit pels diferents tractaments de reg durant la fase III.

3.7 PARÀMETRES PRODUCTIUS

3.7.1 MATÈRIA SECA DEL FRUIT

La figura 3.38 mostra l'evolució del percentatge de matèria seca del fruit en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu. S'observa com tots tres tractaments segueixen una mateixa tendència. Durant la fase II el percentatge de matèria seca dels fruits augmenta considerablement en tots els tractaments, assolint el seu màxim al final de la fase II. Després d'aquest màxim el percentatge descendeix progressivament en tots els tractaments fins assolir un valor final al voltant del 12 – 14 %. Malgrat tot s'observen diferències entre tractaments. El tractament R – II mostra un increment en el percentatge de matèria seca superior a la resta de tractaments durant la fase II. Un cop finalitza la fase II el tractament R – II experimenta un decrement en el percentatge de matèria seca més acusat respecte la resta de tractaments, assolint un valor final de 12,49% de matèria seca (figura 3.10). Durant la fase II, el tractament R – III presenta una corba molt similar a la corresponent al tractament R – 100. Durant la fase III el tractament R – III experimenta un decrement en el percentatge de matèria seca més acusat que el tractament de referència R – 100. Els tractaments R – III i R – 100 assolixen un valor de percentatge de matèria seca de 13,4% i 12,37%, respectivament (Figura 3.39). No existeixen diferències estadísticament significatives entre cap dels tractaments de reg (Taula 3.6, annex II).

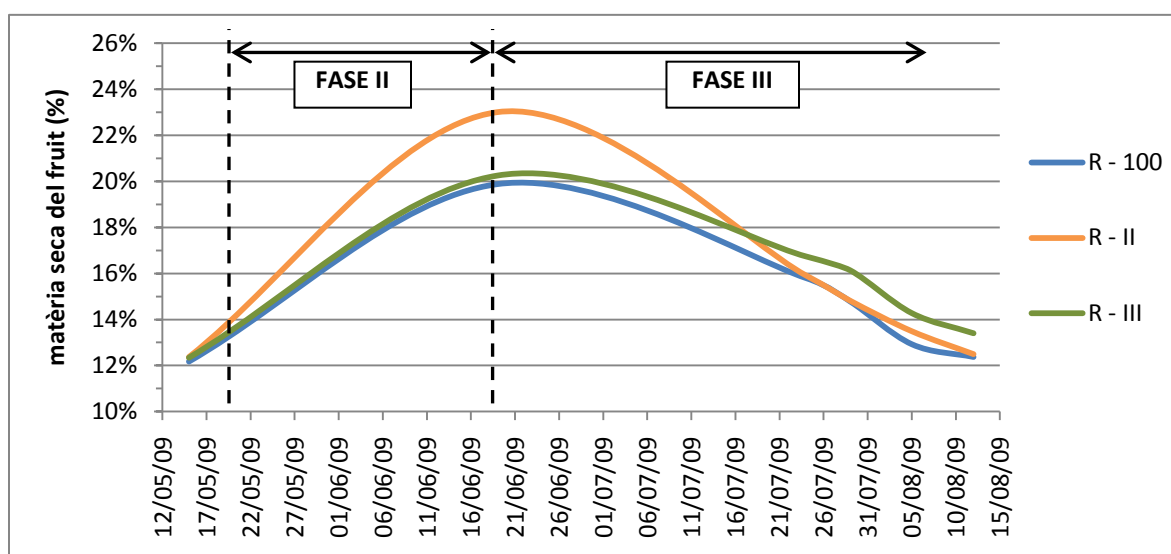


Figura 3.38. Evolució del percentatge de matèria seca del fruit en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

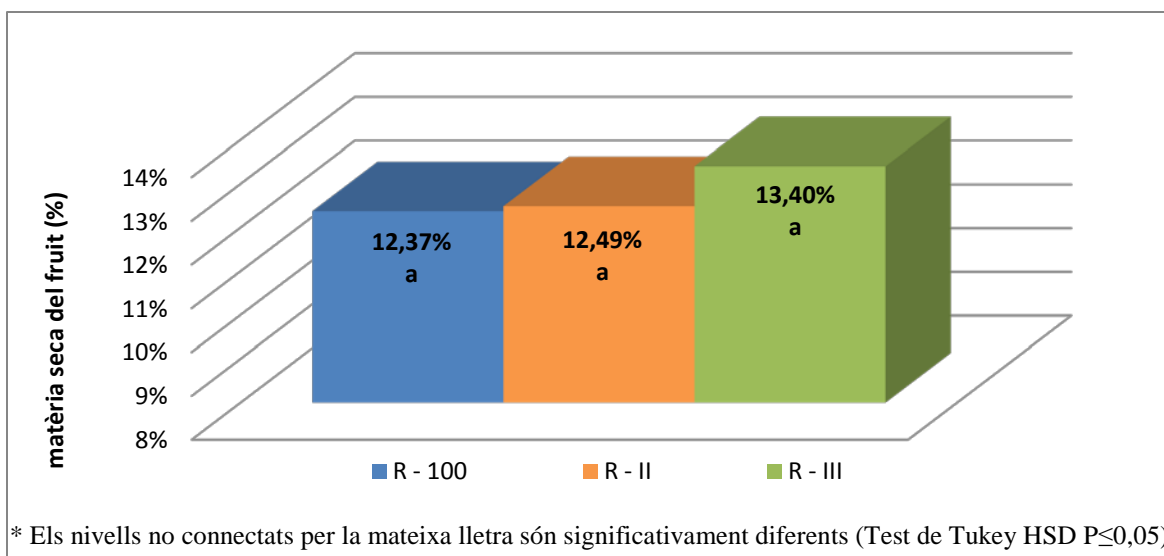


Figura 3.39. Percentatge de matèria seca del fruit final en els diferents tractaments de reg.

La figura 3.40 mostra l'evolució de la producció de polpa seca en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu. S'observa la mateixa tendència en tots tres tractaments. Durant la fase II de creixement del fruit no hi ha increment en pes sec de polpa. Un cop finalitza la fase II i durant la fase III s'observa un increment més o menys constant del pes sec de polpa en tots tres tractaments. La corba descrita per la producció de polpa seca en fase III és del tipus sigmoïdal.

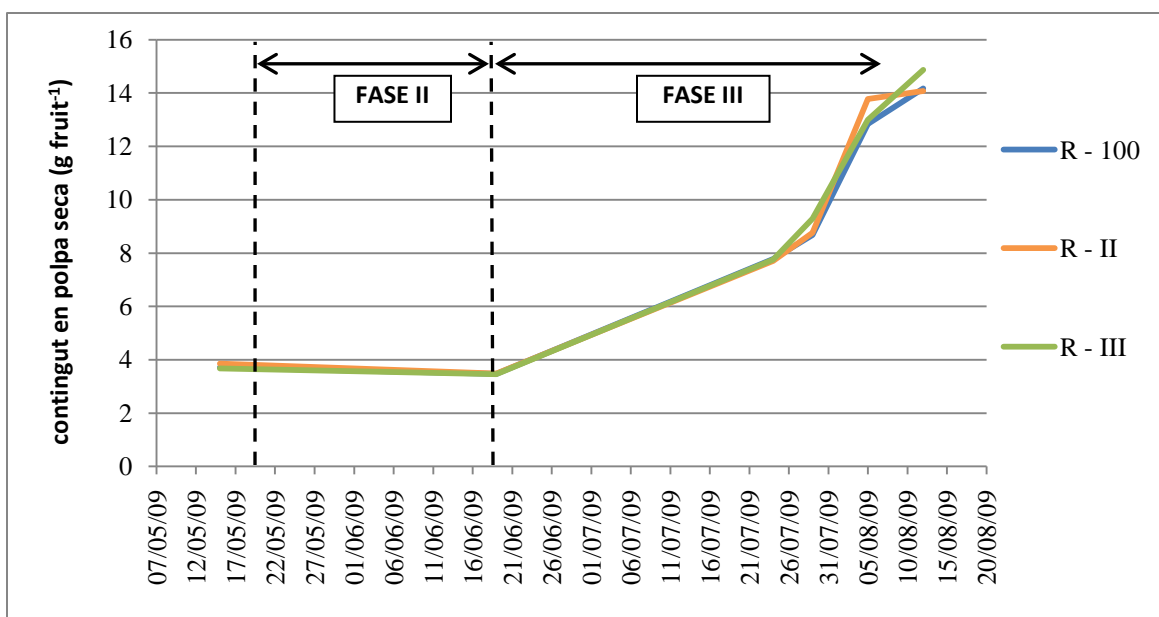


Figura 3.40. Evolució de la producció de polpa seca en els tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

3.7.2 MATÈRIA FRESCA DEL FRUIT

La figura 3.41 mostra l'evolució de la producció (expressat en pes fresc del fruit) en els diferents tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu. S'observa una tendència similar en tots tres tractaments de reg malgrat que s'aprecien algunes diferències. El pes fresc del fruit sota tractament R – 100 i R – III descriu un lleuger augment durant la fase II el qual no s'observa en els fruits sota tractament R – II. Durant fase III els fruits sota tractament R – 100 i R – II experimenten un increment lleugerament superior respecte els fruits sota tractament R – III.

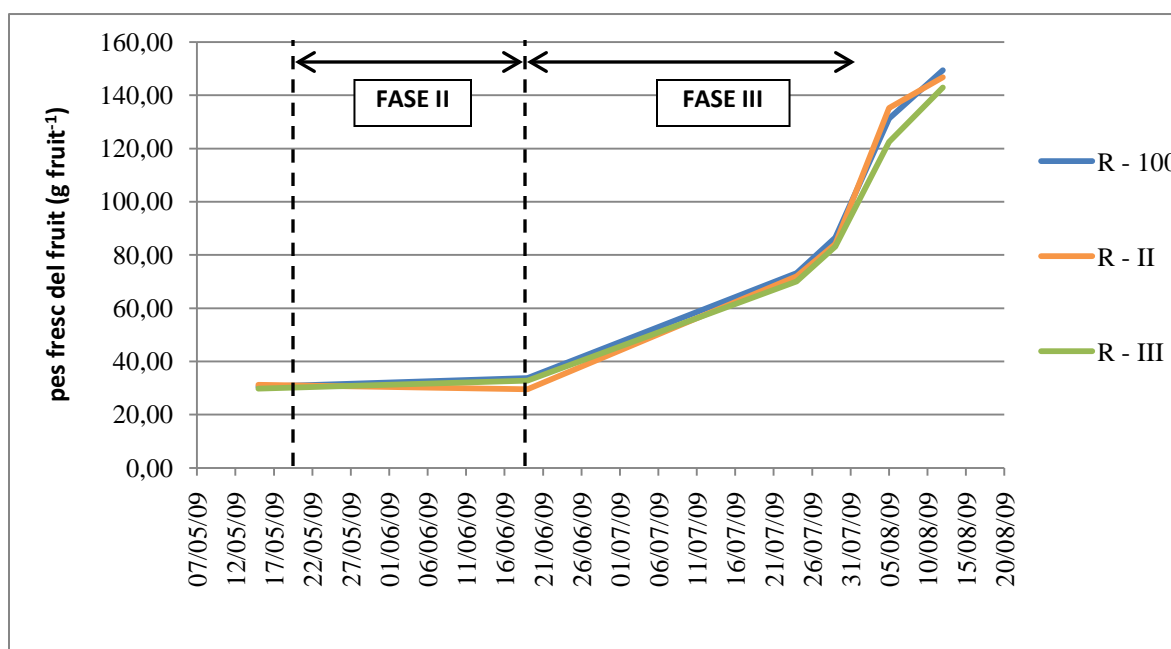


Figura 3.41. Evolució de la producció (pes fresc dels fruits) en els tractaments de reg al llarg del cicle del cultiu.

La figura 3.42 mostra el pes fresc final dels fruits en els diferents tractaments de reg. S'observa com és sota tractament R – 100 on s'obtenen els fruits amb major pes fresc, amb un valor promig de $106,28 \text{ g fruit}^{-1}$. En R – II i R – III el pes fresc final promig dels fruits és de $101,30$ i $94,61 \text{ g fruit}^{-1}$, respectivament. S'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg R – 100 i R – III. No s'observen diferències estadísticament significatives entre R – 100 i R – II i entre R – II i R – III (Taula 3.7, annex II).

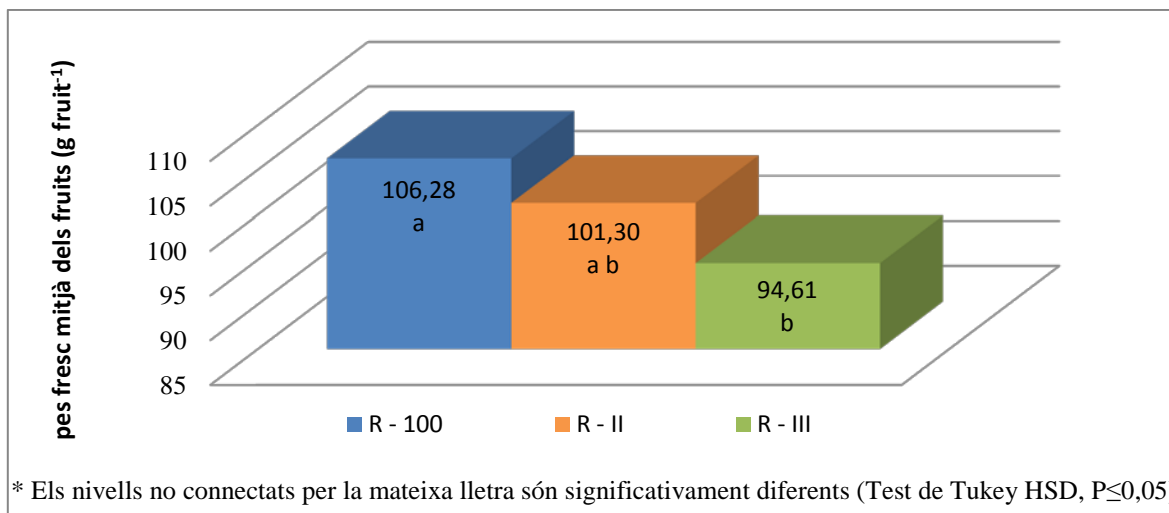


Figura 3.42. Valor final del pes fresc del fruit en els diferents tractaments de reg.

3.7.3 PRODUCCIÓ CAIGUDA DE L'ARBRE

La figura 3.43 mostra el percentatge de la producció caiguda de l'arbre, i per tant malmesa, els dies previs a la collita en els diferents tractaments de reg. Es calcula que es va perdre el 64% de la producció, com a promig, en les PE sota els diferents tractaments de reg. En R – III es va perdre un valor de producció del 58,5%, seguit de R – 100 (64,8%) i finalment R – II (69,2%). Existeixen diferències estadísticament significatives entre R – III i R – II. No s'observen diferències estadísticament significatives entre R – 100 i R – II i entre R – 100 i R – III (Taula 3.8, annex II).

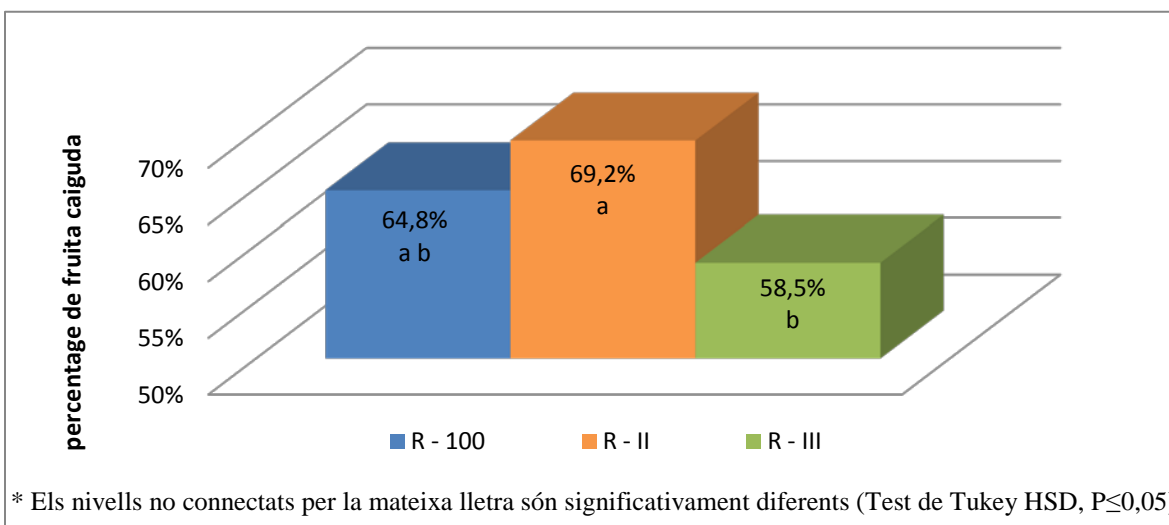


Figura 3.43. Percentatge de fruita caiguda de l'arbre en els diferents tractaments de reg.

3.7.3 PRODUCCIÓ FINAL

La figura 3.44 mostra la càrrega de fruits per arbre (expressat com número de fruits per arbre) en els diferents tractaments de reg. S'han comptabilitzat tant els fruits caiguts com els de l'arbre. En tractament R – 100 s'ha obtingut un valor de 571,68 fruit arbre⁻¹. En R – II i R – III la càrrega total ha estat de 549,38 i 568,05 fruit arbre⁻¹, respectivament. No s'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg (Taula 3.9, annex II).

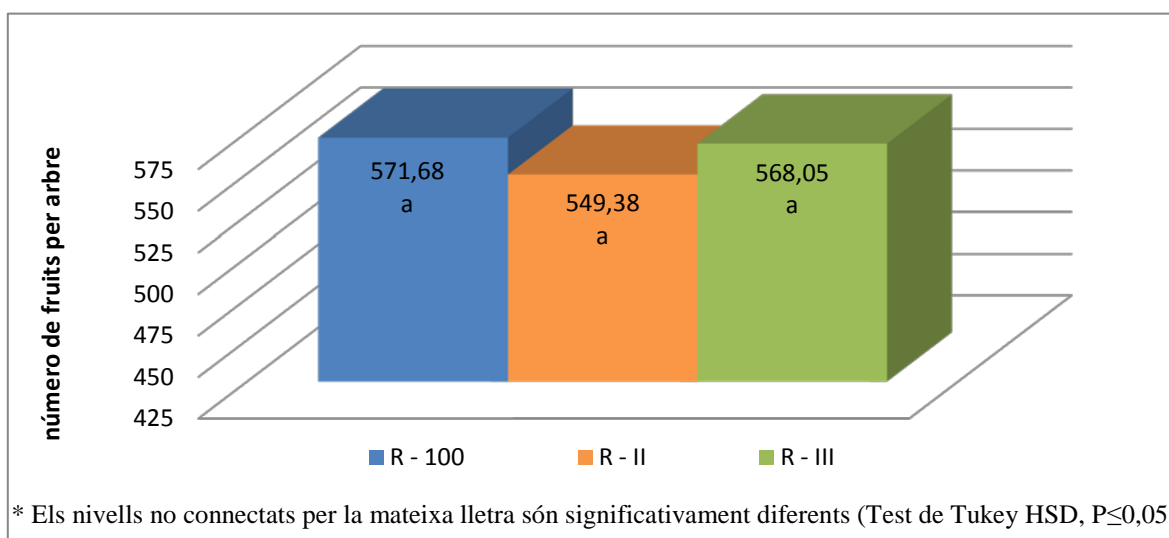


Figura 3.44. Càrrega total de fruits (fruits caiguts al terra + fruits en collita) en els diferents tractaments de reg.

La figura 3.45 mostra la producció final de collita (expressada com kg de fruita fresca pera arbre) en funció del tractament de reg. La producció màxima s'enregistra en els arbres sota tractament R – III i R - 100, amb un valor de producció en collita de 22,47 i 21,11 kg arbre⁻¹, respectivament. En el tractament de reg R – II el valor de producció el dia de la collita ha estat de 17,03 kg arbre⁻¹. S'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg R – III i R – II. No s'observen diferències estadísticament significatives entre R – 100 i R – III i entre R – 100 i R – II (Taula 3.10, annex II).

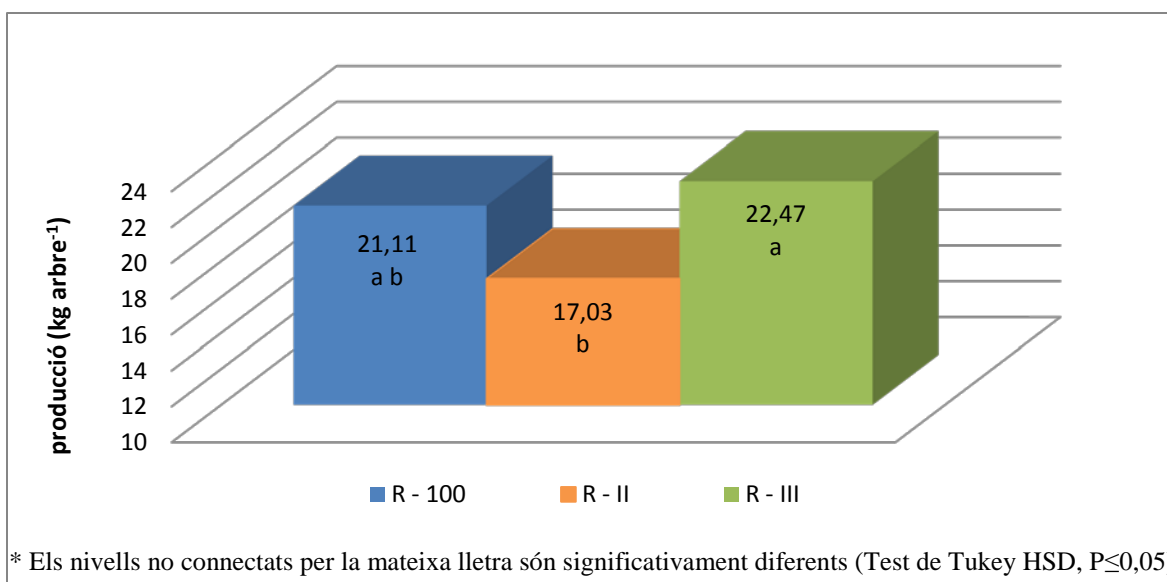


Figura 3.45. Producció de fruita en collita (kg arbre⁻¹) en els diferents tractaments de reg.

La figura 3.46 mostra la producció final total de polpa seca ens els diferents tractaments de reg. Les parcel·les sota tractament de reg R – III han obtingut una producció de polpa seca de 8,43 kg polpa seca arbre⁻¹. Els tractaments de reg R – 100 i R – II han obtingut una producció de 8,05 i 7,71 kg polpa seca arbre⁻¹, respectivament. No hi ha diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg (Taula 3.11, annex II).

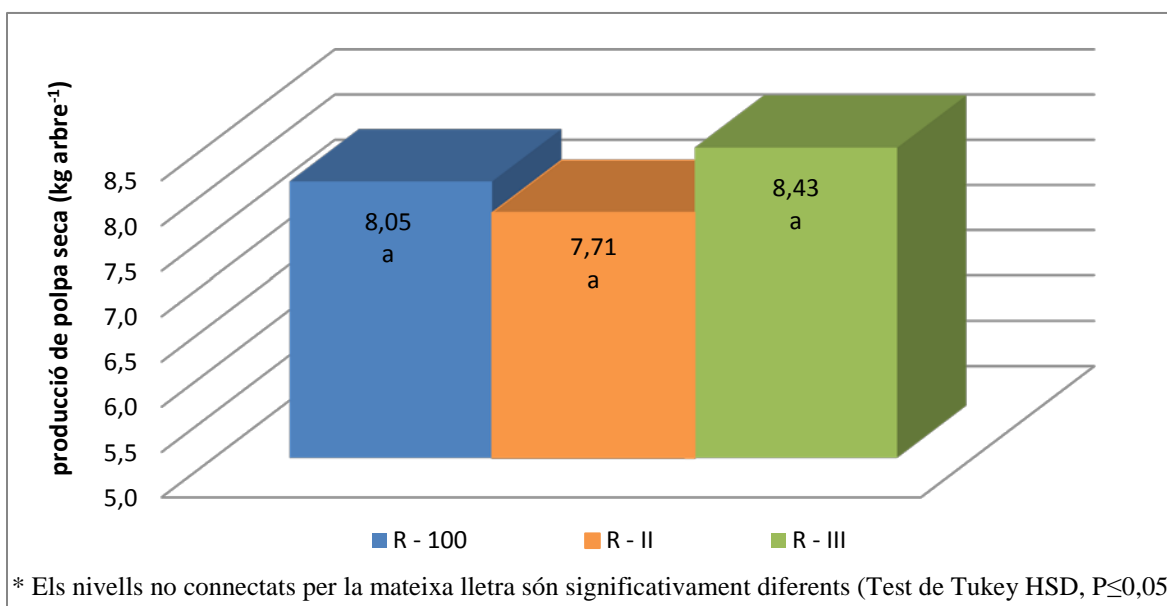


Figura 3.46. Producció de polpa seca total (fruits caiguts al terra + fruits de collita; kg arbre⁻¹) en els diferents tractaments de reg.

La figura 3.47 la producció final en collita de polpa seca ens els diferents tractaments de reg. Les parcel·les sota tractament de reg R – III són les que han obtingut una producció de polpa seca de 3,45 kg polpa seca arbre⁻¹. Els tractaments de reg R – 100 i R – II han obtingut una producció de 2,89 i 2,38 kg polpa seca arbre⁻¹, respectivament. S'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg R – III i R – II. No s'observen diferències estadísticament significatives entre R – 100 i R – III i entre R – 100 i R – II (Taula 3.12, annex II).

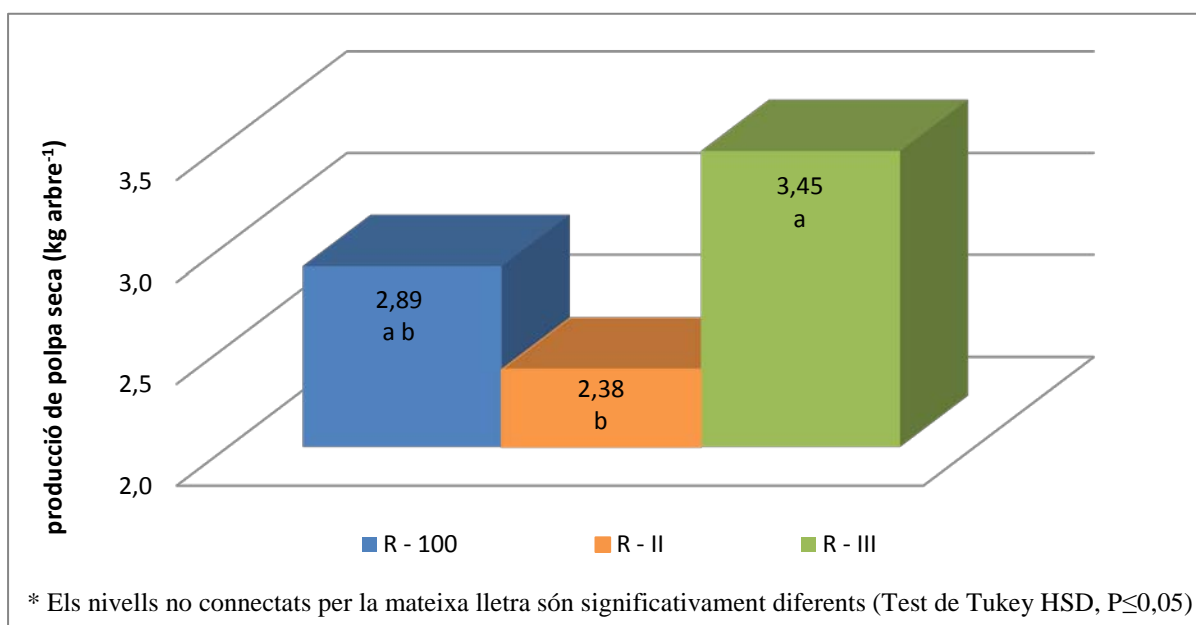


Figura 3.47. Producció de polpa seca en collita (kg arbre⁻¹) en els diferents tractaments de reg.

3.8 PARÀMETRES QUALITATIUS

3.8.1 CONCENTRACIÓ DE SÒLIDS SOLUBLES

La figura 3.48 mostra l'evolució de la concentració de sòlids solubles per als diferents tractaments de reg. S'aprecia una tendència similar entre els tractaments de reg deficitari R – II i R – III. S'observa com la concentració de sòlids solubles disminueix la setmana abans de la collita en els tractaments R – II i R – III, en R – 100 es manté constant. El valor màxim de la concentració de sòlids solubles en R – II i R – III s'observa el 5 d'agost del 2009 amb 9,74 i 10,44 °Brix, respectivament. La concentració de sòlids solubles en R – 100 es constant en el temps, a excepció d'un mínim el 29 de juliol del 2009, amb 9,1 ° Brix.

La figura 3.49 mostra els valors finals de la concentració de sòlids solubles assolits per als diferents tractaments de reg. Els valors més alts de concentració de sòlids solubles s'observen sota tractaments R – III i R - 100, amb valors de 10,04 i 9,4 °Brix respectivament. R – II obté un valor final de 9,31 °Brix. S'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg R – III i R – II. No s'observen diferències estadísticament significatives entre R – 100 i R – III i entre R – 100 i R – II (Taula 3. 13, annex II).

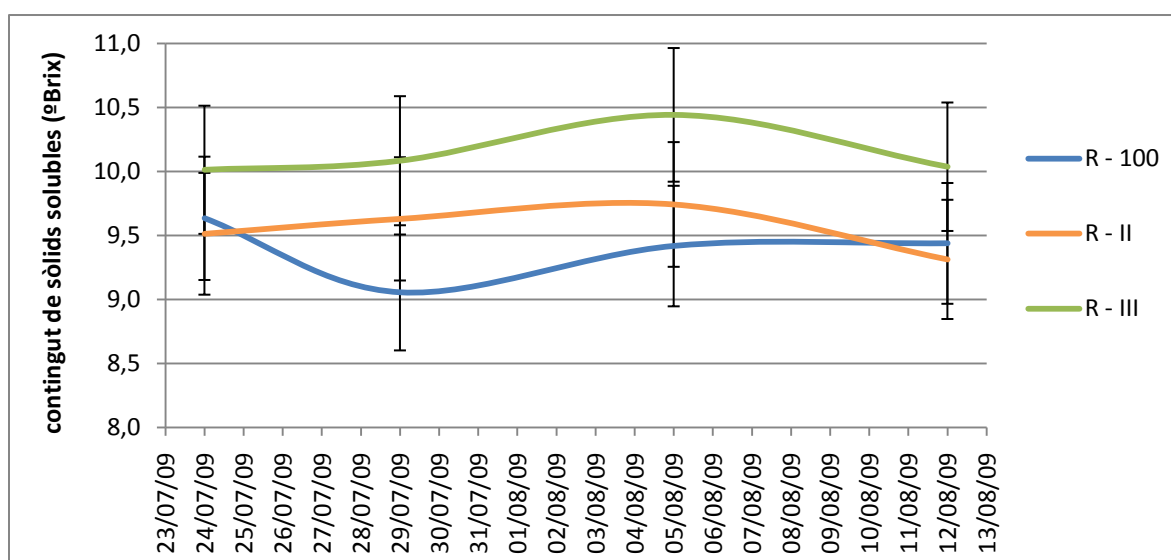


Figura 3.48. Evolució de la concentració de sòlids solubles (°Brix) en els diferents tractaments de reg.

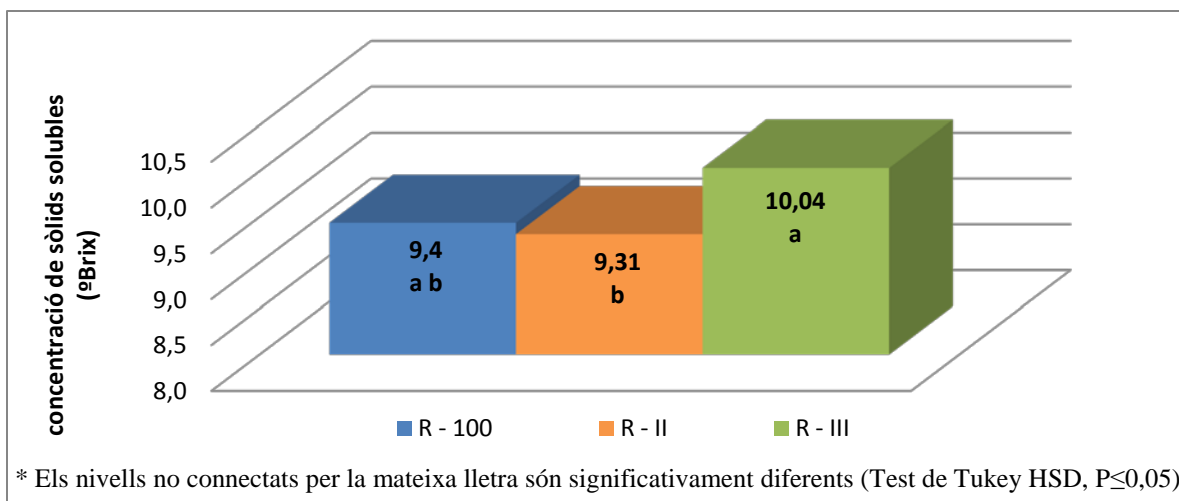


Figura 3.49. Concentració final de sòlids solubles (°Brix) en els diferents tractaments de reg.

3.8.2 ACIDESA

La figura 3.50 mostra els valors finals de percentatge d'acidesa pels diferents tractaments de reg. S'observa com és sota els tractaments de reg deficitari on s'obté una acidesa més baixa. En R – II s'obté un percentatge d'acidesa de 4,6 g d'àcid màlic l⁻¹. En R – III i R – 100 el valor final d'acidesa és de 5,3 i 5,5, respectivament. No s'observen diferències estadísticament significatives entre cap dels tractaments (Taula 3.14, annex II).

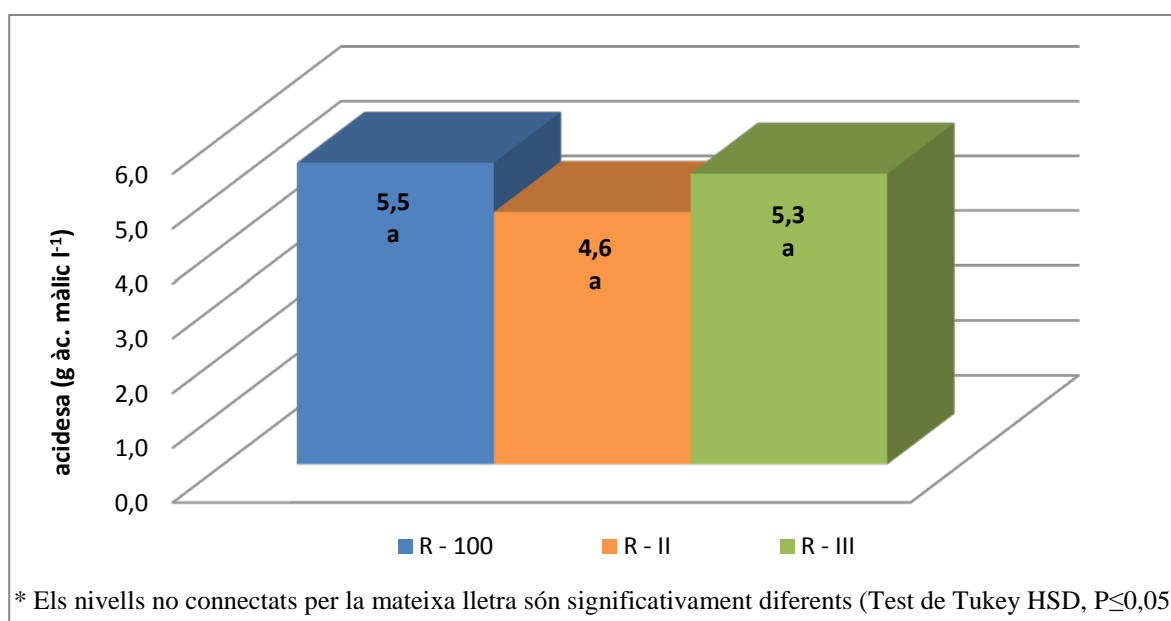


Figura 3.50. Valor final d'acidesa (g àc. màlic l⁻¹) en els diferents tractaments de reg.

3.8.3 FERMESA

La figura 3.51 mostra l'evolució de la fermesa en fruits (expressat en N cm^{-2}) pels diferents tractaments de reg. S'observa la mateixa tendència en tots tres tractaments de reg, la fermesa disminueix en la mateixa mesura que el fruit madura. Malgrat tot, s'aprecien diferències. Els fruits sota tractament R – III mostren valors més alts de fermesa durant tot el cicle en comparació amb els altres tractaments. Els fruits sota tractament R – 100 mostren valors més alts de fermesa respecte R – II durant tot el cicle.

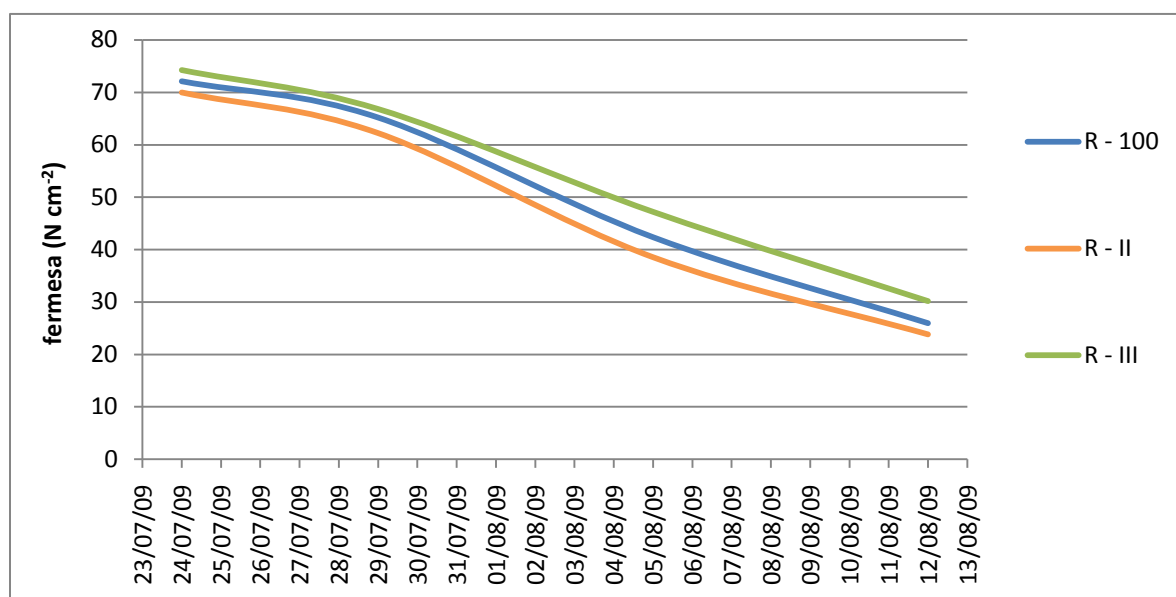


Figura 3.51. Evolució de la fermesa dels fruits (N cm^{-2}) en els diferents tractaments de reg.

La figura 3.52 mostra el valor final de fermesa del fruit pels diferents tractaments de reg. Els fruits sota tractament R – III presenten valors de fermesa de $30,18 \text{ N cm}^{-2}$. En R – 100 i R – II els valors finals de fermesa són 26 i $23,85 \text{ N cm}^{-2}$. No s'observen diferències estadísticament significatives entre cap dels tractaments de reg (Taula 3.15, annex II).

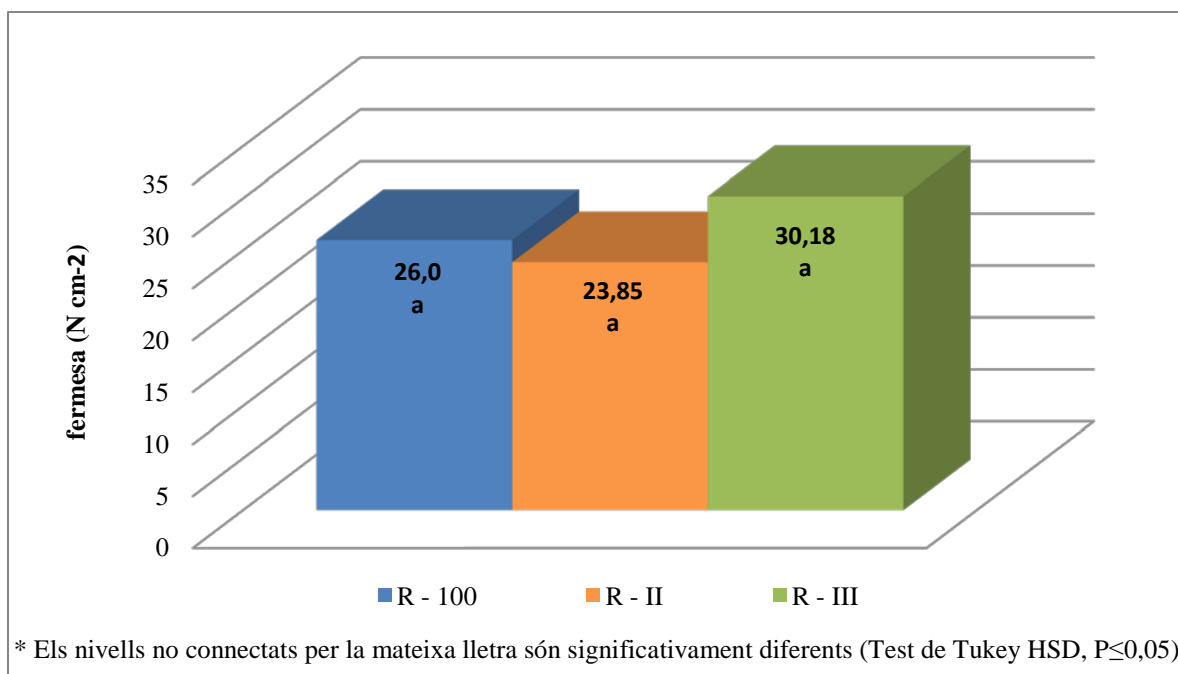


Figura 3.52. Valor final de fermesa dels fruit (N cm⁻²) en els diferents tractaments de reg.

3.8.4 COLOR

La taula 3.16 mostra el promig dels resultats obtinguts amb el colorímetre pels diferents tractaments de reg el dia de la collita (12 d'agost del 2009). S'observa com en general, els fruits sota tractaments d'RDC presenten valors majors en paràmetres de lluminositat i saturació, i valors menors en paràmetres de tonalitat. Malgrat tot, no s'observen diferències estadísticament significatives entre els tractaments de reg (Taula 3.17, annex II).

Taula 3.16. Valors finals dels paràmetres CIELAB en els diferents tractaments de reg.

Tractament de reg	paràmetres sistema CIELAB				
	L* (lluminositat)	a*	b*	C* (saturació)	H* (tonalitat)
R - 100	67,43 a	-0,75 a	67,18 a	67,28 a	90,57 a
R - II	67,79 a	0,83 a	68,09 a	68,19 a	89,25 a
R - III	68,09 a	0,15 a	68,25 a	68,34 a	89,82 a

* Els nivells no connectats per la mateixa lletra són significativament diferents (Test de Tukey HSD, $P \leq 0,05$)

La taula 3.18 resumeix els resultats en referència a la producció i qualitat del fruit pels diferents tractaments de reg.

Taula 3.18. Resultat de l'efecte dels tractaments de reg sobre la producció i la qualitat de préssec per indústria (any 2009).

Tractament de reg	Reg	Estalvi d'aigua de reg			Mida del fruit		proporció matèria seca		pes mig del fruit		càrrega inicial fruits	
	mm	mm	%	S	mm	S	%	S	g arbre ⁻¹	S	#	S
R - 100	570				66		12,4		106		572	
R - II	459	111,4	19	↓	66	≈	12,5	≈	101	≈	549	≈
R - III	491	79,3	14	↓	65	≈	13,4	≈	95	↓	568	≈
Tractament de reg	càrrega final fruits	caiguda de fruits			producció polpa seca		concentració de S.S.		acidesa		fermesa	
	# S	%		S	kg arbre ⁻¹	S	ºBrix	S	%	S	Ncm ⁻²	S
R - 100	205	65,7			2,86		9,4		5,5		25,99	
R - II	171 ≈	69,9		≈	2,38	≈	9,3	≈	4,6	≈	23,85	≈
R - III	235 ≈	59,4		≈	3,45	≈	10	≈	5,3	≈	30,18	≈
Tractament de reg	color (paràmetres sistema CIELAB)											
	L* S	a* S		b* S		C* S		H* S				
R - 100	67,43	-0,75		67,28		67,28		90,57				
R - II	67,79 ≈	0,83 ≈		68,09 ≈		68,19 ≈		80,25 ≈				
R - III	68,09 ≈	0,15 ≈		68,25 ≈		68,34 ≈		80,82 ≈				

* En la columna "S" s'expressa si les diferències són estadísticament significatives respecte el tractament de referència R - 100: ≈ (similar); ↓ (menor); ↑ (major).

3.9 EFECTE DELS TRACTAMENTS DE REG SOBRE LA PRODUCCIÓ I LA QUALITAT DEL PRÉSSEC PER INDÚSTRIA (ÚLTIMS 4 ANYS)

La taula 3.19 mostra els resultats més importants en referència a la producció i qualitat de préssec per indústria dels darrers quatre anys experimentals (2006, 2007, 2008 i 2009) pels diferents tractaments de reg (R – 100, R – II i R – III). En primer lloc, i en referència a l'estalvi d'aigua de reg s'observa com s'ha permès estalviar un 16,6% i 13,6% en R – II i R – III, respectivament. Aquests valors són estadísticament significatius (Taula 3.20, annex II). En relació els paràmetres productius no s'han observat diferències estadísticament significatives per les variables producció i producció de matèria seca entre cap dels tractaments de reg. La proporció de matèria seca del fruit en R – III ha estat superior en els fruits sota tractament R - III (Taula 3.21, 3.22 i 3.23, annex II). En relació els paràmetres qualitatius s'han observat diferències estadísticament significatives per les variable concentració de S.S., el qual és més alt en R – III (en comparació amb R – 100). Per la variable fermesa no s'han observat diferències entre tractaments (taula 3.24 i 3.25, annex II). L'IWUE, que és un indicador de l'eficiència en l'ús de l'aigua, ha estat lleugerament superior en els tractaments d'RDC, encara que els valors no han estat estadísticament significatius (Taula 3.26, annex II).

Taula 3.19. Resultat dels paràmetres productius i qualitatius més importants pels diferents tractaments de reg (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Tractament de reg	Reg mm	Estalvi d'aigua de reg			producció		proporció matèria seca	
		mm	%	S	t ha ⁻¹	S	%	S
R - 100	555,2				38,9		13,8	
R - II	491,0	64,2	11,6	↓	37,1	≈	13,9	≈
R - III	502,8	52,2	9,4	↓	37,0	≈	14,6	↑
Tractament de reg	producció matèria seca (t ha ⁻¹)		IWUE (producció MS/reg)		concentració sòlids solubles		fermesa	
	t MS ha ⁻¹	S	kg MS ha ⁻¹ mm ⁻¹	S	°Brix	S	N cm ⁻²	S
R - 100	5,3		9,8		10,7		31,2	
R - II	5,1	≈	10,5	≈	10,9	≈	29,4	≈
R - III	5,4	≈	11,0	≈	11,5	↑	33,4	≈

* En la columna "S" s'expressa si les diferències són estadísticament significatives respecte el tractament de referència R - 100: ≈ (similar); ↓ (menor); ↑ (major).

4.1 DISCUSSIÓ DELS RESULTATS

4.1.1 BALANÇ DE RADIACIÓ, BALANÇ D'ENERGIA I CÀLCUL DE L'ET DEL PRESSEGUER

En referència a les dades meteorològiques s'observa que el règim d'ET_o durant l'any 2009 ha estat lleugerament superior al normal històric. Aquest fet, considerant que l'any 2009 ha estat especialment sec (en comparació amb l'any normal històric) crea una situació de dèficit hídric important, especialment durant el període estiuenc.

La figura 3.4 mostra l'evolució de la radiació solar al llarg del cicle del cultiu. S'observa un desajust important entre les corbes donades per la St i la R_{so} . Les fluctuacions de la corba donada per la St mostren les variacions de la radiació solar respecte la radiació solar potencial (R_{so}) al llarg del cicle del cultiu, les quals posen de manifest el dèficit de radiació solar. Tanmateix, la figura 3.5 mostra la coincidència en els dies entre dèficit de radiació i precipitació. Així, s'observa un augment del dèficit de radiació en els dies que s'enregistra precipitació. És un fet lògic, cal considerar que quan hi ha precipitació hi ha nuvolositat, la qual cosa fa disminuir la radiació solar i com a conseqüència augmenta el dèficit de radiació. Cal indicar però, que existeix una coincidència encara que no una correlació perfecta, ja que no sempre que hi ha nuvolositat s'enregistra precipitació. A més, també pot haver-hi precipitació durant la nit.

Les figures 3.6, 3.7 i 3.8 mostren diferents patrons de radiació solar al llarg del dia. El 26 de juliol (figura 3.6) no es va enregistrar cap precipitació (tampoc els 3-4 dies previs/anteriors), en aquest cas la St s'ajusta molt a la radiació solar potencial. El dies 22 de juliol i 9 d'agost de 2009 (figura 3.7 i 3.8) s'observa un desajust entre les corbes de radiació, i com a conseqüència l'aparença de dèficit de radiació. El dèficit de radiació és molt més acusat el 9 d'agost, durant el qual es va enregistrar més precipitació que el dia 22 de juliol (la qual cosa pot indicar més períodes de nuvolositat).

El valor promig de l'albedo sobre el cultiu de presseguer (PE núm. 15, R – 100, N60) és del 17,5% (entre 8-16 h) i del 16,5% (entre 12-13 h), malgrat que s'observen

fluctuacions al llarg del cicle del cultiu. Existeix pocs estudis de l'evolució de l'albedo sobre cobertes de cultius. Sobre cultius de blat i ordi s'estima que el seu valor fluctua entre 0,14 i 0,36 (Piggin i Schwerdtfeger, 1973); sobre panís s'estima que el seu valor varia entre 0,18 i 0,22 (Beyer, 2005). L'evolució de l'albedo al llarg del cicle es perfila com una corba còncava, amb valors mínims durant el període d'estiu. Els valors més alts d'albedo es mostren durant el mes de maig. A partir del mes de juny, els valors descendeixen progressivament, aquest fet podria estar correlacionat amb el canvi que sofreix la coberta vegetal de presseguer al llarg del cicle del cultiu. Els mesos de maig i juny, la coberta vegetal de presseguer està conformada per un fullatge jove, amb tons verd-clars. A mesura que el cultiu avança en el temps, el fullatge madura i ho fa canviant de color, a tonalitats de verd-fosc. A més, les fulles madures absorbeixen una part més gran de radiació, en comparació amb les joves. A mesura que el cultiu s'aproxima a la senescència, l'albedo torna a augmentar, ja que disminueix la LAI (Jacobs i VanPul, 1990). Aquests fets expliquen el fenomen donat del descens de l'albedo durant el període estiuenc sobre coberta de presseguer.

La figura 3.10 mostra l'evolució de l'albedo entre les 8 i les 16 hores solars pels dies 22 i 26 de juliol i 9 d'agost del 2009. Els valors més baixos d'albedo s'enregistren durant el migdia solar. La majoria de superfícies, incloent els sòls, la vegetació i la neu mostren un increment de l'albedo amb angles solars baixos (Campbell i Diak, 2005). Aquest fet explicaria el descens de l'albedo durant el migdia solar, durant el qual l'angle d'elevació solar és màxim. La sèrie registrada per l'albedo el 9 d'agost presenta grans fluctuacions al llarg del dia. Aquest fet estaria donat per les condicions meteorològiques especials en aquest dia, en el qual es va enregistrar una tempesta amb una alta precipitació (60 mm) i ratxes de vent fortes (7 m s^{-1} , 30 km h^{-1}). Tant el vent com la nuvolositat influeixen en el càlcul de l'albedo. La nuvolositat influeix en la radiació incident, mentre que el vent influeix en la l'arquitectura de la coberta vegetal, i per tant, en la radiació reflectida.

La figura 3.12 mostra una correlació molt alta entre radiació solar i radiació neta ($R^2 = 0,9$; taula 3.1, annex II), la qual cosa indica la possibilitat d'estimar la radiació neta a partir de la radiació solar incident. Aquest fet simplificaria la metodologia de càlcul de la

radiació neta, permetent utilitzar un piranòmetre enlloc d'un radiòmetre net (el qual té un preu de mercat molt més alt i necessita més manteniment). D'altra banda, aquesta simplificació permet la utilització de models de simulació de sistemes agrícoles. El càlcul de la radiació neta (ja sigui directa o indirectament) és necessari per tal d'estimar el balanç d'energia sobre el cultiu, el qual ens permetrà estimar l'evapotranspiració potencial del cultiu.

En relació la aplicació directa del mètode P-M per tal d'estimar l'ET del pressguer, s'ha observat la importància del factor resistència estomàtica (r_s), i en definitiva de la resistència evaporativa del cultiu, tal i com s'apunta en altres estudis (Kjelgaard i Stockle, 2001; Alves *et al.*, 1998). És difícil estimar la resistència evaporativa del cultiu, ja que està en funció d'altres variables, com són l'alçada del cultiu, el VPD i St. La subestimació en el càlcul de la resistència evaporativa del cultiu pot dur a la sobreestimació de l'ET del cultiu. (Kjelgaard i Stockle, 2001). En la figura 3.17 s'ha ajustat l'ET del presseguer a la corba donada pel Reg+Pef, obtenint una resistència estomàtica de 310 s m^{-1} . La figura 3.8 mostra la alta correlació entre ambdós ($R^2 = 0,995$).

4.1.2 EFECTE DELS TRACTAMENTS DE REG SOBRE L'ESTAT DEL CULTIU, LA PRODUCCIÓ I LA QUALITAT DELS FRUITS

El tractament de reg R – II va suposar un estalvi del 19% d'aigua de reg (respecte del tractament de referència R – 100). El tractament de reg R – III va suposar un estalvi de prop del 14% d'aigua de reg (respecte d' R – 100). Aquests resultats són similars als obtinguts en altres estudis realitzats per Lopez *et al.*, 2008.

El punt de saturació d'aigua al sòl es situa prop del 25% i el punt de recàrrega al voltant del 10%. Aquests són valors orientatius, ja que poden variar en funció de la localització de la PE i del tipus de sòl que presentin (textura i estructura). La figura 3.24 posa de manifest les diferències dels continguts d'aigua al sòl entre els tractaments R – 100 i R – III durant la fase III. En general, s'observen pics més baixos en R – III, donat que s'aplica una restricció de reg durant aquesta fase i en aquest tractament. Just després del reg, s'observa com el contingut d'aigua al sòl en R – III representa el 78% respecte el tractament de referència. La figura 3.26 mostra la mateixa relació però en aquest cas, pel total del contingut d'aigua al sòl, és a dir, pel cicle complet de reg (enlloc del pic). En aquest cas, el valor es situa al voltant del 90%. La figura 3.26 mostra les diferències reals del contingut volumètric d'aigua al sòl entre R – III i R – 100. Si bé s'aplica una restricció de reg del 70% en fase III, la relació del contingut volumètric d'aigua durant aquesta fase s'hauria de situar al voltant d'aquest valor, malgrat que en realitat es situa al voltant del 90%. Aquest fet es pot deure a la fixació incorrecta del punt de saturació del sòl, així, pot ser que en el tractament R – 100 s'estigui aplicant aigua de reg en excés i que per tant existeixin pèrdues per percolació. Caldria doncs, restablir el punt de saturació del sòl, i intentar ajustar la dosi de reg en funció d'aquest valor per tal d'evitar pèrdues per percolació d'aigua de reg. Les sondes de capacitància donen una informació molt important sobre la dinàmica de l'aigua al sòl. La interpretació d'aquests resultats pot ajudar força a establir la dosi i períodes de reg (Ferrer et al., 2007).

Els valors del potencial hídric en tija (Ψ_{tija}) van reflectir la incidència dels tractaments de RDC sobre el cultiu; el tractament de reg R – II va presentar valors més alts

(en valor absolut) durant la fase II (diferències significatives) i es va recuperar durant la fase III. Altrament, el tractament de reg R – III és el que va presentar valors més negatius durant la fase III (diferències significatives) i es va recuperar un cop va finalitzar el tractament de fase III. S’aprecia com la recuperació del cultiu després d’R – II és més lenta que la recuperació després d’R – III; es triguen més dies en assolir els nivells de potencial donats en altres tractaments (Rufat *et al.*, 2009). Cal esmentar però que els nivells de potencial en R – III, al final de fase III, van retornar als nivells de referència degut a la incidència de pluges durant el final de dita fase. En referència a l’evolució del creixement del tronc pels diferents tractaments de reg durant la fase III, s’observa un mateix patró per tots tres tractaments. El tronc sofreix una expansió-retracció diària que es repeteix cíclicament al llarg de la fase. Les troncs presenten el màxim d’expansió al migdia solar (12 h solars), moment en el qual la planta es troba sota la màxima demanda evapotranspirativa (els vasos conductors estan dilatats). Després d’aquest pic, el diàmetre del tronc disminueix progressivament fins assolir el seu mínim durant el període nocturn. Si bé s’observa aquesta mateixa tendència en tots els tractaments, la corba del tractament R – 100 presenta un pendent més elevat en comparació amb la resta de tractaments. És lògic que R – III presenti un creixement de tronc menor que el tractament de referència, donat que s’aplica una restricció de reg en aquesta fase. La corba descrita pel tractament R – II però s’assimila força a la del tractament R – III. Sembla doncs, que la restricció de reg que s’ha aplicat en R – II durant la fase II penalitza també el creixement de l’arbre inclús després de la restricció de reg (durant fase III; Berman i DeJong, 1996; Girona, 2002).

Els fruits sota tractament de referència R – 100 van assolir diàmetres de 66 mm . Els fruits de les PE sota tractament R – III es van mostrar més sensibles a l’estrès hídric i com a conseqüència van assolir uns diàmetres lleugerament menors que la resta de tractaments, aquest fet ha estat corroborat per estudis de Besset *et al.*, 2001; Girona *et al.*, 2002; i Naor *et al.*, 1999, 2001. Tot i que els fruits sota tractament R- II van rebre menys aigua que els altres, van assolir un diàmetre final intermedi ja que en el moment d’aplicar el dèficit (fase II), aquests són menys sensibles al dèficit hídric, tal i com van demostrar Chalmers *et al.*; 1981, Mitchell i Chalmers, 1982; i Girona, 1992. Les figura 3.36 mostra el creixement relatiu del fruit sota diferents tractaments de reg durant la fase II (estudi dels sensors de fruit). S’observa una mateixa tendència en tots els tractaments. Al migdia solar (12 h solars)

els fruits es troben en els seu màxim d'expansió (és quan hi ha més demanda evapotranspirativa) i tot seguit sofreixen una retracció (període nocturn). Aquest patró es repeteix diàriament en tots els tractaments. Els fruits sofreixen una expansió-retracció diària malgrat, segons s'observa, el pendent de les corbes és pràcticament nul. Aquest fet indica que els fruits no incrementen el seu diàmetre durant la fase II. En referència al creixement relatiu del fruit sota els diferents tractaments durant la fase III, s'observa una tendència creixent en tots tres tractaments, amb lleus fluctuacions al llarg del cicle. Les corbes sota tractament R – 100 i R – II presenten un pendent més pronunciat que R – III. Aquest fet indica que els fruits sota tractament R – III creixen menys en comparació amb la resta de tractaments, aquest fet es deu a la restricció de reg durant aquesta fase en R – III.

La proporció de matèria seca del fruit va augmentar molt més durant la fase II en el tractament R – II en comparació amb els altres dos tractaments. Aquest fet es deu a la restricció d'aigua de reg en R – II durant aquesta fase. Durant la fase III, amb la rehidratació del fruit, els fruits sota tractament R – II van tornar a assolir valors pròxims a la resta de tractaments, progressivament. En general, aquests resultats coincideixen amb la tesi de que l'augment de la proporció de matèria seca és molt menys sensible a l'estrès hídric que el pes fresc del fruit, resultats que coincideixen amb els de Bradford i Hsiao (1982) i Berman i DeJong (1997). Al final de la fase III, els fruits sota tractament R – III presenten un descens menys pronunciat en la proporció de matèria seca en comparació amb els altres tractaments. Aquest fet es deu a la restricció d'aigua de reg en aquest tractament durant aquesta fase. Es va assolir un valor final al voltant del 12 – 14 % en els diferents tractaments de reg.

El pes fresc mitjà del fruit va ser inferior sota tractament R – III (respecte el tractament de referència). La caiguda de fruits sota tractament R – III va ser menor en comparació amb el tractament R – II, 58% i 69%, respectivament. Els fruits sota tractament R – II presenten un estat de maduració fisiològica més avançat en comparació amb els fruits sota tractament R – III, la qual cosa els va fer més sensibles a la caiguda en dates pròximes a collita (Domingo *et al.*, 2007).

En general però, s'observa un elevat percentatge de fruits caiguts, degut en gran part a les condicions meteorològiques els dies abans de la collita. El dia 1 d'agost del 2009 hi va

haver una forta tempesta que incidí directament sobre la producció de la finca. En poques hores es va enregistrar una precipitació de quasi 18 mm i ratxes de vent de fins als 17 m s^{-1} (60 km h^{-1}). Dies més tard, el 9 d'agost del 2009 s'enregistrà novament una tempesta, amb ratxes de vent de fins a 7 m s^{-1} (30 km h^{-1}) i precipitació de 60 mm. La incidència d'aquests fenòmens meteorològics juntament amb l'avançat estat de maduració fisiològica dels fruits va propiciar un elevada caiguda de fruits i com a conseqüència una pèrdua important de la producció de la finca.

En relació a la producció de polpa seca s'observa com no augmenta durant la fase II de creixement del fruit en cap dels tractaments. És precisament en aquesta fase quan s'observa un major desenvolupament vegetatiu. La major part dels assimilats es destinen a la producció de biomassa vegetal (i al desenvolupament de l'endocarp del fruit). Durant la fase II el fruit experimenta l'enduriment del pinyol (lignificació de l'endocarp). Durant la fase III la producció de polpa seca experimenta un creixement del tipus sigmoïdal en tots tres tractaments. És sota tractament R – III on s'obté una producció major de polpa seca. La dada més significativa és la producció de polpa seca en collita. Cal no oblidar els objectius productius de la plantació, on la producció va destinada a la indústria. L'objectiu és el de maximitzar la producció de polpa seca (matèria prima per a la indústria) amb el màxim de qualitat. En les PE sota tractament R – III s'enregistrà una producció de 3,45 kg de polpa seca per arbre. Cal recordar que sota tractament R – III s'enregistra un nombre elevat de fruits el dia de la collita (hi ha hagut una menor caiguda de fruits) i un pes de polpa seca per fruit força alt (g fruit^{-1}). La interferència d'ambdós factors dona com a resultat una producció de polpa seca el dia de la collita sota R – III força alta. Hi ha diferències estadísticament significatives entre R – III i R – II en relació la variable producció de polpa seca en collita.

La qualitat del fruit està força relacionada amb el creixement d'aquest (Génard *et al.*, 1991). En referència a la concentració de sòlids solubles, en R – III es va assolir un valor de 10 °Brix. En R – 100 i R – II el seu valor va ser de 9,2 i 9,4 °Brix, respectivament. Estudis realitzats per Li *et al.* (1989), Crisosto *et al.* (1994), i Gelly *et al.* (2003b) indiquen un major contingut de sòlids solubles en tractaments d'RDC.

L'acidesa, mesurada en g d'àcid màlic l⁻¹, va baixos en el tractament de reg R – II respecte els altres dos tractaments. Aquests resultats corroboren el resultat d'altres estudis (Girona *et al.*, 2001) els quals indicaren una acidesa més baixa en fruits sota tractament de reg deficitari en fase II.

En relació la fermesa s'observa com disminueix en tots els tractaments a mesura que avança la maduració del fruit i s'acosta la data de collita. R – III mostra valors de fermesa alts, fet el qual pot ser degut al retràs de maduració fisiològica que sofreixen els fruits sota tractament R – III.

En els resultats obtinguts als darrers 4 anys, s'observa com s'ha aconseguit reduir l'aplicació d'aigua de reg en els tractament d'RDC de forma significativa respecte el tractament de referència R – 100. L'estalvi d'aigua de reg en R – II i R – III ha estat del 12% i 9%, respectivament. Tot i així, la producció de matèria seca no s'ha vist afectada. Tampoc la qualitat dels fruits, de fet, la concentració de sòlids solubles en R – III és lleugerament superior en comparació amb la resta de tractaments. L'IWUE, que és un indicador de l'eficiència en l'ús de l'aigua és lleugerament superior en els tractaments d'RDC respecte el tractament de referència (diferència no significativa; Domingo, Pascual *et al.*, 2007).

5.1 CONCLUSIONS GENERALS

Les conclusions generals que segueixen són una síntesi dels resultats i discussió que es presenten en el treball:

- El valor promig d'albedo sobre coberta vegetal de presseguer durant el cicle del cultiu és del 17,5% entre 8 i 16 hores; i del 16,5% entre 12 i 13 hores.
- Es permet estimar la radiació neta (R_n) a partir de la radiació solar incident (S_t) a partir de l'equació (model altament significatiu):

$$y = 0,6298x - 1,6904$$

- La resistència evaporativa del cultiu ha resultat ser un factor de molta importància per a l'estimació de l'ET del cultiu a partir del mètode Penman – Monteith.
- La subestimació del valor de la resistència evaporativa del cultiu (r_s) pot dur a la sobreestimació de l'ET del cultiu.
- L'aplicació d'una reducció d'aigua de reg en la fase II i en la fase III ha suposat un estalvi d'aigua estadísticament significatiu del 19% i del 14%, respectivament.
- L'aplicació d'una reducció d'aigua de reg en la fase III ha suposat una producció de polpa seca en collita superior a la del tractament R – II.
- En el tractament de referència (R – 100) es va assolir un pes fresc del fruit major en comparació amb els tractaments de reg R – III.
- En el tractament de reg R – III es va registrar una incidència més baixa de caiguda de fruits en relació amb el tractament R – II.

- La reducció del reg en fase II i en fase III no ha suposat una disminució de la producció de polpa seca.
- La reducció del reg en fase II i en fase III no ha suposat una disminució de la qualitat dels fruits (S.S., acidesa, fermesa i color).
- L'estratègia de reg R – II és la més recomanada per a la producció de préssec per a indústria (cv. Andross), ja que és la que presenta un estalvi d'aigua de reg major (19%) sense efectes significatius sobre la producció (de polpa seca) i qualitat del fruit (S.S., acidesa, fermesa i color) en comparació amb el tractament de referència (any 2009).
- L'estratègia de reg R – III és la més recomanada per a la producció de préssec per a indústria (cv. Andross), ja que presenta un estalvi d'aigua de reg elevat (9,5%) i una concentració de sòlids solubles major que la resta de tractaments, sense efectes significatius sobre la producció (de matèria seca) i qualitat del fruit (acidesa, fermesa i color) en comparació amb el tractament de referència (4 anys experimentals).

6 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

6.1 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Allen R.G., Pereira, L.S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper n. 56. FAO Roma (Italia). 300 pp.

Alves I., Perrier A., Pereira L.S. 1998. Aerodynamic and surface resistances of complete cover crops: how good is the “Big Leaf” ? American Society of Agricultural Engineers. Vol. 4(2).45 – 351.

Behboudian M.H., Lawes G.S., Griffiths K.M. 1994. The influence of water deficit on water relations, photosynthesis and fruit growth in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Scientia Horticulturae* 60: 89-99.

Berman M.E., DeJong T.M. 1996. Water stress and crop load effects on fruit fresh and dry weights in peach (*Prunus persica*). *Tree Physiology* 16, 859—864.

Besset J., Genard M., Girard T. 2001. Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach trees (cv. Big-Top). *Scientia Hort.* 91:289-303.

Beyer R. 2007. A first investigation of temporal albedo development over maize plot.

Chalmers D.J., Mitchell P.D. i van Heek, L. 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106(3):307-312.

Choné X., van Leeuwen C., Dubourdieu D., Gaudillère J.P. 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status, *Ann. Bot.* 87 (2001), pp. 477–483.

Cohen A., Goell A. 1988. Fruit growth and dry matter accumulation in grapefruit during periods of water with holding and after reirrigation. *Australian Journal of Plant. Physiology* 15: 633-639.

DARP. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. 2009. (www.gencat.cat/darp). Institut d'estadística de Catalunya (IDESCAT).

De Swaef T., Steppe K., Lemeur R. 2008. Determining reference values for stem water potential and maximum daily trunk shrinkage in young apple trees based on plant responses to water deficit. *Agricultural Water Management*, Volume 96, Issue 4, April 2009. Pp. 541-550

Domingo X., Arbonés A., Villar J.M., Villar P., Pascual M., Rufat J. 2007. Efectos del riego y de la fertilización nitrogenada en el crecimiento estacional, producción y calidad de melocotón 'Andross' para industria. *Acta Hort* núm. 48. SECH.

Domingo X., Pascual M., Villar J.M., Arbonés A., Rufat J. 2009. Four years of RDI during stage II vs stage III I peaches for processing: yield vs quality. VI International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Xile.

Failla, O., Zocchi, G., Treccani, C. & Cocucci, S. 1992. Growth, development and mineral content of apple fruit in different water status conditions. *Journal of Horticultural Science* 67: 265-271.

FAO. Food and Agriculture Organization. (www.fao.org).

Fereres E., Goldhamer D.A. 2003. Suitability of stem diameter variations and water potential as indicators for irrigation scheduling in almond trees, *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 78. pp. 139–144.

Fereres E., Soriano M.A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, Núm. 2, pp. 147–159.

Ferrer F., Rodrigo F.G., Fonseca F., Domene M., Tous D., Nabau C., Villar J.M. 2007. Sondas de humedad en el suelo para programar el riego a tiempo real: bases de trabajo para las recomendaciones de riego. XXV Congreso Nacional de Riegos. Asociación Española de Riegos y Drenajes.

Fideghelli C., Della Strada G., Grassi F., Morico G. 1998. The peach industry in the world: present situation and trend. *Acta Hort* 465, ISHS. Proc. 4th International Peach Symposium.

Garnier E., Berger A. 1986. Effect of water stress on stem diameter changes of peach trees growing in the field, *J. Appl. Ecol.* 23 (1986), pp. 193–209.

Gelly M., Marsal J., Recasens I., Mata M., Arbonés A., Rufat J., Girona J. 200X. Effects of regulated deficit irrigation during stage II and post-harvest on the commercial quality and physiological aspects of a mid-late maturing peach (*Prunus persica*, L. Batsch, c.v. 'Andros'). Submitted to HortScience.

Girona J. 1989. Physiological, growth and production responses of late maturing peach (*Prunus persica* L. Batsch) to controlled deficit irrigation. MS Thesis. University of California. Davis.

Girona J., Mata .M., Goldhamer D.A., Johnson R.S., DeJong T.M. 1993. Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(5):580-586.

Girona J. 2002. Regulated deficit irrigation in peach. A global analysis. *Acta Hort.* 592, ISHS. Proc. 5th IS on Peach

Girona J., Marsal J., Mata M., Arbonés A., Mata A. 2002. The combined effect of fruit load and water stress in different peach fruit growth stages (*Prunus persica* L.). *Acta Hort.* 584:149-152.

Girona J., Marsal J., Mata M., Arbonés A., DeJong T.M. 2004. A comparison of the combined effect of water stress and crop load on fruit growth during different phenological stages in young peach trees. *J. Hort. Sci. Biotech.* 79:308-315.

Girona J., Gelly M., Mata, M., Arbonés A., Rufat J., Marsal J. 2005. Peach tree response to single and combined deficit irrigation regimes in deep soils. *Agricultural Water Management* 72:97-108.

Goodwin, I., Jerie, P.H. & Boland, A.-M. 1998. Water saving techniques for orchards in Northern China. Irrigation Association of Australia. National Conference and Exhibition, Brisbane (Australia). Department of Natural Resources.

Goodwin I., Boland A.M. 2001. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. Deficit irrigation practices. Water reports núm. 22. FAO.

Grossman Y.L., DeJong T.M. 1995a. Maximum fruit growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. *Ann. Bot.* 75:553-560.

Grossman Y.L., DeJong T.M. 1995b. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. *Ann. Bot.* 75:561-567.

Hatfield J., Baker J. 2004. Micrometeorology of agricultural systems. American Society of Agronomy Monograph Series No. 47. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. pp. 584.

Hilairie C., Giauque P. 2003. Le pêcher. Ctifl. Pp.282

Intrigliolo D.S., Castel J.R. 2004. Continuous measurement of plant and soil water status for irrigation scheduling in plum, *Irrig. Sci.* 23 (2004), pp. 93–102.

Jacobs A.F.G., VanPul W.A.J. 1989. Seasonal changes in the albedo of a maize crop during two seasons. *Agricultural and forest meteorology*, 49 (1990) 351-360.

Jerie P.H., Mitchell P.D., Goodwin I. 1989. Growth of William Bon Chretien pear fruit under Regulated Deficit Irrigation. *Acta Horticulturae* 240: 271-274.

Johnson R.S., Phene B.C. Fruit quality disorders in an early maturing peach cultivar caused by postharvest water stress. *Acta Hort.* 792, ISHS 2008. Proc. 5th IS on Irrigation of Hort. Crops.

Jones HG. 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany* 55, 2427–2436.

- Kjelgaard J.F., Stockle C.O. 2001. Evaluating surface resistance for estimating corn and potato evapotranspiration with the Penman-Monteith model. *American Society of Agricultural Engineers* 2001 vol. 44(4): 797 – 805.
- Li, S.H., Huguet, J.G., Schoch, P.G. and Orlando, P. 1989. Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phonological stages of fruit development. *J. Hort. Sci.* 64(5):541-552.
- Lopez G., Arbones A., del Campo J., Mata M., Vallverdú X., Girona J., Marsal J. 2008. Response of peach trees to regulated deficit irrigation during stage II of fruit development and summer pruning. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2008 6(3), 479-491.
- McCutchan H., Shackel K.A. 1992. Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French), *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117 (1992), pp. 607–611.
- MARM. Ministeri de Medi Ambient i Medi Rural i Marí. (www.marm.es).
- Mitchell P.D., Chalmers D.J. 1982. The effect of reduced water supply on peach tree growth and yields. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(5):853-856.
- Mitchell P.D., Jerie P.H., Chalmers D.J. 1984. The effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:604-606.
- Mitchell P.D., van den Ende B., Jerie, P.H., Chalmers D.J. 1989. Responses of ‘Bartlett’ pear to withholding irrigation, regulated deficit irrigation, and tree spacing. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 15-19.
- Mitchell, P.D., Goodwin, I. & Jerie, P.H. 1994. Pear and quince. In: B. Schaffer and P. C. Anderson Eds. *Handbook of environmental physiology of fruit crops Volume 1 Temperate crops*. Boca Raton, Florida, United States of America, CRC Press, Inc.
- Mounzer O.H. *et al.* 2008. Growth pattern and phenological stages of early-maturing peach trees under a Mediterranean climate. *HORTSCIENCE* 43(6):1813–1818.

Naor A., Klein I., Hupert H., Grinblat Y., Peres M. 1999. Irrigation and crop load interactions in relation to nectarine yield, fruit size distribution and water potentials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124:189-193.

Naor A. 2000. Midday stem water potential as a plant water stress indicator for irrigation scheduling in fruit trees. *Acta Hort* 537, ISHS. Proc. 3rd IS on Irrigation Hort. Crops.

Naor A., Hupert H., Greenblat Y., Peres M., Klein I. 2001. The response of nectarine fruit size and midday stem water potential to irrigation level in stage III and crop load. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:140-143.

Naor A. 2006. Irrigation Scheduling of Peach – Deficit irrigation at different phenological stages and water stress assessment. *Acta Hort.* 713, ISHS 2006. Proc. 6th Peach Symposium.

Ortuño M.F., Garcia-Orellana Y., Conejero W., Ruiz-Sanchez M.C., Mounzer O., Alarcon JJ., Torrecillas A. 2006. Relationships between climatic variables and sap flow, stem water potential and maximum daily trunk shrinkage in lemon trees, *Plant Soil* 279 (2006), pp. 229–242.

Pavel E.W., DeJong T.M. 1993. Source- and sink-limited growth periods of developing peach fruit indicated by relative growth rate analysis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:820-824.

Piggin I., Schwerdtfeger P. 1973. Variations in the albedo of wheat and barley crops. *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 21, núm. 4. Ed. Springer Wien.

Porta J., López-Acevedo M., Roquero C. 1994. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.

Rodriguez J. 2003. The peach industry in Spain: state of art, research, development. 1st Mediterranean Peach Symposium.

Rufat J., Domingo X., Arbonés A., Villar J.M., Villar P., Pascual M. 2009. Resultados de los ensayos de fertirrigación en el melocotón para industria. *Vida Rural* núm. 282, pp. 62 – 66.

Steppe K., De Pauw D.J.W., Lemeur R. 2008. A step towards new irrigation scheduling strategies using plant-based measurements and mathematical modelling, *Irrig. Sci.* 26. pp. 505–517.

Vidaud J. *et al.* 1989. El melocotonero. Referencias y técnicas. Ediciones Técnicas Europeas. pp. 192.

ANNEXE I

Taula 1.1. Sèrie històrica de superfície, arbres disseminats, rendiment, producció i valor de la producció de préssec i nectarina a l'estat Espanyol (MARM, 2009.)

Any	Superfície en plantació regular		Arbres disseminats (milers d'arbres)	Rendiment en producció (kg/ha)	Producció (milers de tones)	Preu mig percebut pels agricultors (euros/100 kg)	Valor (milers d'euros)
	Total (milers d'ha)	En producció (milers d'ha)					
1990	76,3	69,7	1.011	8.870	629,3	44,23	278.368
1991	78,6	71,7	927	10.150	727,9	38,96	283.616
1992	77,7	71,2	902	14.370	1.023,7	26,54	271.697
1993	75,9	70,7	876	11.950	856,9	32,99	282.687
1994	75,0	70,4	811	12.230	870,6	38,77	337.491
1995	74,6	69,3	826	9.420	661,2	53,25	352.087
1996	71,3	67,7	797	12.720	869,7	39,07	339.807
1997	70,5	67,0	811	14.180	962,0	39,39	378.935
1998	71,0	67,1	697	13.410	907,4	57,64	523.053
1999	70,3	66,3	615	14.710	982,3	43,68	429.084
2000	72,2	66,6	565	16.870	1.029,8	38,79	399.470
2001	74,9	69,1	579	15.590	1.082,3	50,50	546.554
2002	77,7	71,6	768	17.670	1.275,8	49,17	627.326
2003	78,5	73,8	922	17.010	1.270,8	62,84	798.583
2004	78,5	72,5	905	13.630	987,6	62,50	617.234
2005	79,1	73,2	870	17.230	1.260,9	46,29	583.660
2006	80,5	73,1	804	17.050	1.245,5	44,80	557.996
2007	54,9	51,3	762	16.520	846,9	49,40	418.345

Taula 1.2. Producció i destinació de la producció de préssec i nectarina en les diferents províncies de Catalunya per a l'any 2007 (DAR, 2009).

Província	Producció	Destinació de la producció			
		Reserva per a consum propi		Venda fora de les explotacions	
		Aliment. Animal	Aliment. Humana	Consum en fresc	Per transformar
	Tones	Tones	Tones	Tones	Tones
Barcelona	5.745	10	100	5.635	-
Girona	8.279	-	105	8.174	-
Lleida	268.474	-	774	245.200	22.500
Tarragona	37.414	-	380	37.034	-
Catalunya	319.912	10	1.359	296.043	22.500

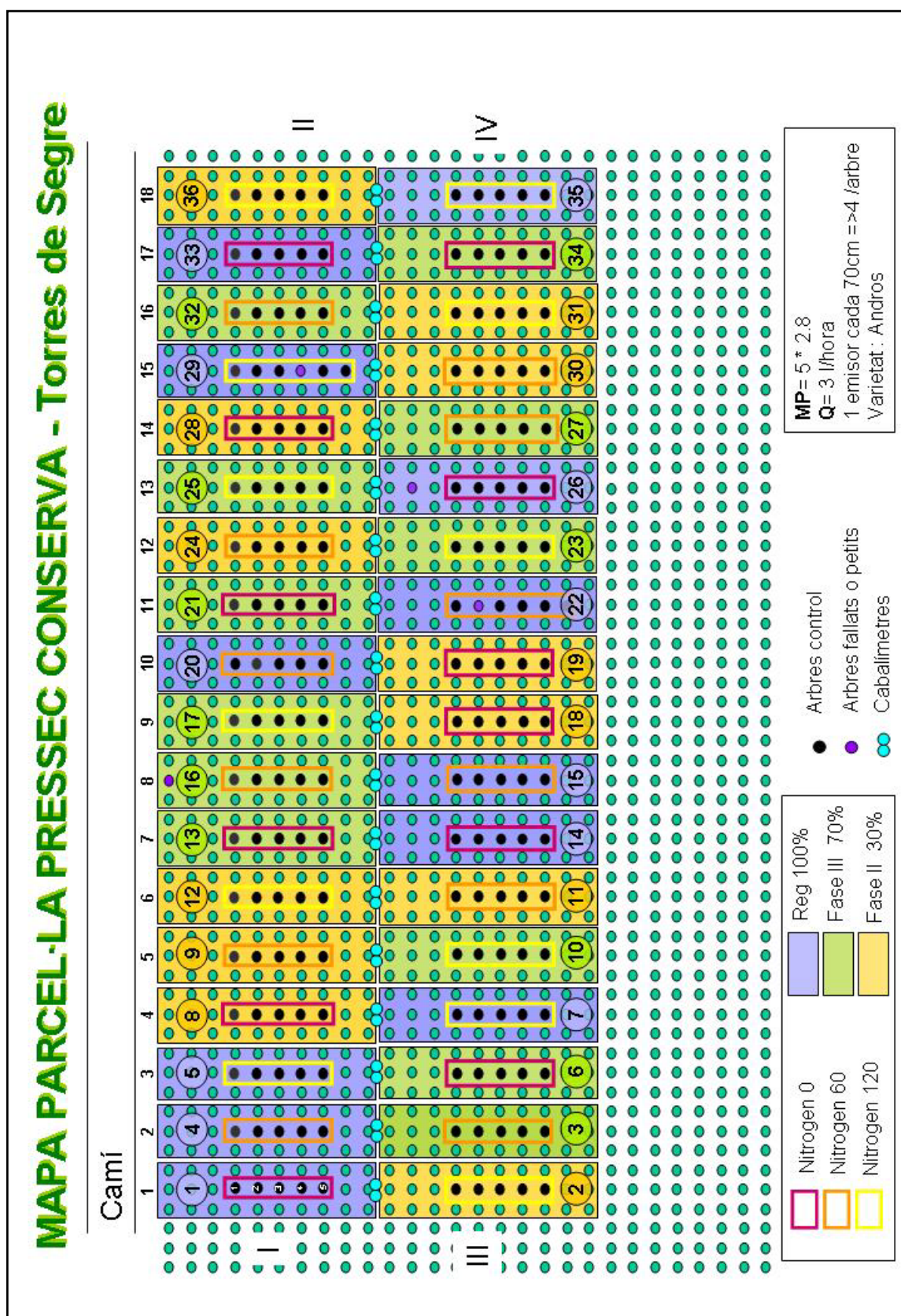


Figura 2.4. Mapa del disseny experimental amb la distribució dels tractaments en les diferents parcel·les elementals (PE).

Taula 2.6. Disposició i profunditat d'instal·lació de les sondes d'humitat ECH₂O (Decagon) en les P.E.

Número P.E.	Tractament nitrogen	Tractament de reg	Profunditat (cm)
3 (a)	N60	R-III	15
			30
			45
3 (b)	N60	R-III	15
			30
4	N60	R-100	15
			30
7 (a)	N120	R-100	15
			30
7 (b)	N120	R-100	15
			30
10 (a)	N120	R-III	30
			15
10 (b)	N120	R-III	30
			15
10 (c)	N120	R-III	30
			15
10 (d)	N120	R-III	30
			15
15	N60	R-100	15
			30
16	N60	R-III	15
			30
20 (a)	N60	R-100	15
			30
20 (b)	N60	R-100	15
			30
			45
22	N60	R-100	15
			30
			45
			60
			75

			15
27	N60	R-III	30
			45
32 (a)	N60	R-III	15
			30
32 (a)	N60	R-III	15
			30
33 (a)	N0	R-100	15
			30
33 (b)	N0	R-100	15
			30
36 (a)	N120	R-II	15
			30
36 (b)	N120	R-II	15
			30

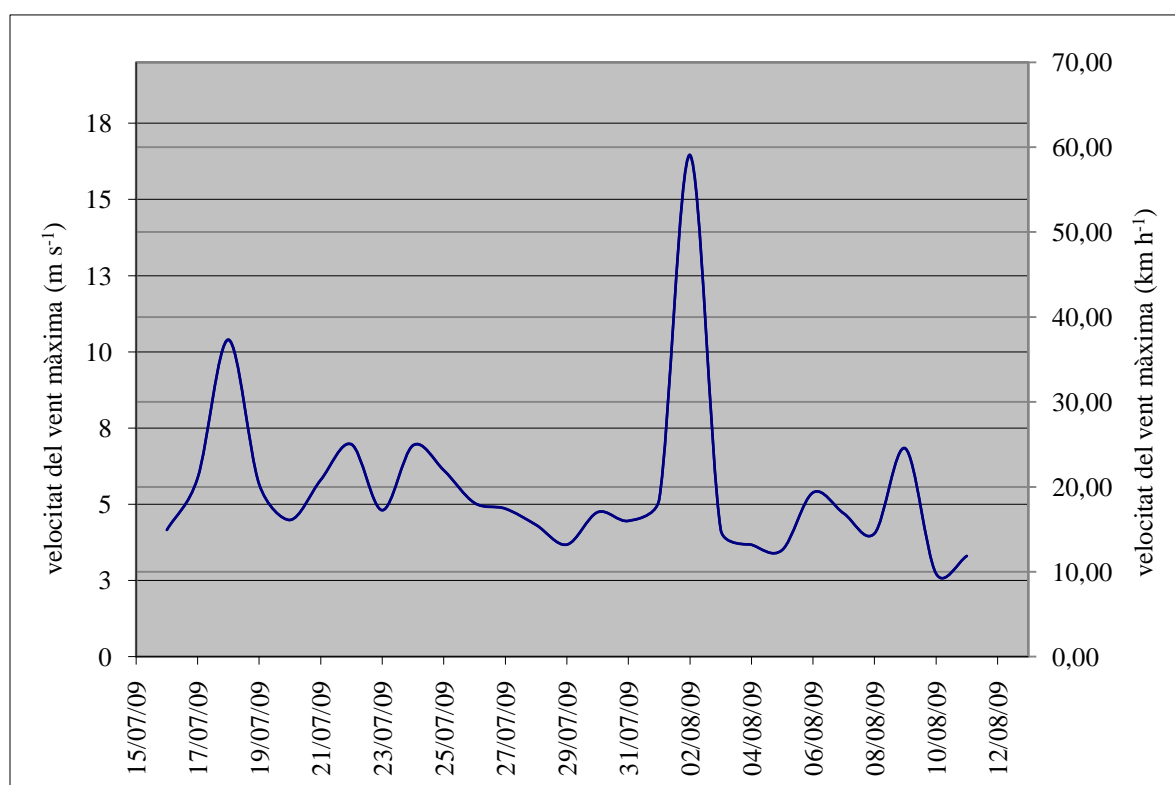
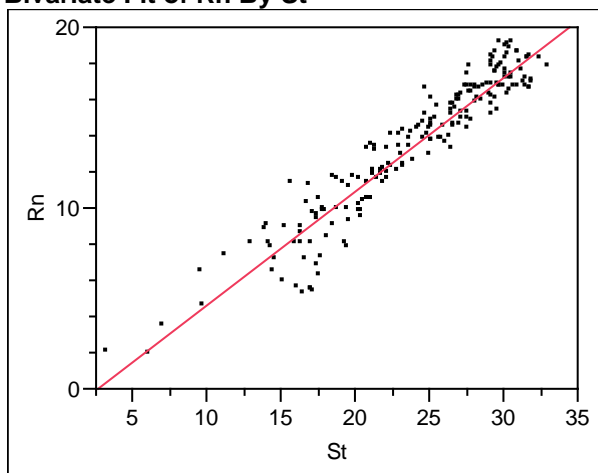


Figura 3.53. Velocitat màxima del vent al llarg del cicle del cultiu.

Taula 3.27. Precipitació a la finca al llarg del cicle del cultiu.

Data	P (mm)	Data	P (mm)	Data	P (mm)	Data	P (mm)	Data	P (mm)
01/05/2009	0	01/06/2009	0	01/07/2009	0,8	01/08/2009	17,5	01/09/2009	2,5
02/05/2009	0	02/06/2009	0	02/07/2009	0	02/08/2009	0	02/09/2009	0
03/05/2009	0	03/06/2009	0	03/07/2009	0	03/08/2009	0	03/09/2009	0
04/05/2009	0	04/06/2009	2	04/07/2009	2,5	04/08/2009	0	04/09/2009	0
05/05/2009	0	05/06/2009	10,2	05/07/2009	0	05/08/2009	0	05/09/2009	0
06/05/2009	0	06/06/2009	0	06/07/2009	1,5	06/08/2009	0	06/09/2009	0
07/05/2009	1,3	07/06/2009	0	07/07/2009	0	07/08/2009	1,3	07/09/2009	0
08/05/2009	0	08/06/2009	0	08/07/2009	0	08/08/2009	5,6	08/09/2009	0
09/05/2009	0	09/06/2009	0	09/07/2009	0	09/08/2009	57,7	09/09/2009	0
10/05/2009	0,8	10/06/2009	0	10/07/2009	0	10/08/2009	0	10/09/2009	0
11/05/2009	0	11/06/2009	0	11/07/2009	0	11/08/2009	0	11/09/2009	0
12/05/2009	0	12/06/2009	0	12/07/2009	0	12/08/2009	0	12/09/2009	0,8
13/05/2009	0,5	13/06/2009	0,3	13/07/2009	0	13/08/2009	0	13/09/2009	1,3
14/05/2009	1	14/06/2009	0,5	14/07/2009	0	14/08/2009	0	14/09/2009	5,8
15/05/2009	0	15/06/2009	0	15/07/2009	0	15/08/2009	0	15/09/2009	0
16/05/2009	0	16/06/2009	6,6	16/07/2009	0	16/08/2009	0	16/09/2009	0
17/05/2009	0	17/06/2009	0	17/07/2009	0	17/08/2009	0	17/09/2009	7,9
18/05/2009	0	18/06/2009	0	18/07/2009	0	18/08/2009	0	18/09/2009	4,8
19/05/2009	0	19/06/2009	0	19/07/2009	0	19/08/2009	0	19/09/2009	0
20/05/2009	0	20/06/2009	10,2	20/07/2009	0	20/08/2009	0	20/09/2009	0
21/05/2009	0	21/06/2009	0	21/07/2009	1,5	21/08/2009	0	21/09/2009	0
22/05/2009	0	22/06/2009	0	22/07/2009	0	22/08/2009	0	22/09/2009	0
23/05/2009	0	23/06/2009	0	23/07/2009	0	23/08/2009	0	23/09/2009	0
24/05/2009	0	24/06/2009	0	24/07/2009	0	24/08/2009	0	24/09/2009	0
25/05/2009	0	25/06/2009	20,8	25/07/2009	0	25/08/2009	1,5	25/09/2009	0
26/05/2009	0	26/06/2009	4,1	26/07/2009	0	26/08/2009	0,3	26/09/2009	0
27/05/2009	0	27/06/2009	0	27/07/2009	0	27/08/2009	0	27/09/2009	0,3
28/05/2009	0	28/06/2009	0	28/07/2009	0	28/08/2009	0	28/09/2009	0
29/05/2009	0	29/06/2009	0	29/07/2009	0	29/08/2009	0	29/09/2009	0
30/05/2009	0	30/06/2009	0	30/07/2009	0	30/08/2009	0	30/09/2009	3,3
31/05/2009	2			31/07/2009	0	31/08/2009	0		

ANNEX II

Taula 3.1. Resultat de l'anàlisi de correlació entre les variables St i Rn.**Bivariate Fit of Rn By St**

— Linear Fit

Linear Fit

$$Rn = -1,690351 + 0,6297733 \cdot St$$
Summary of Fit

RSquare	0,901948
RSquare Adj	0,901453
Root Mean Square Error	1,224669
Mean of Response	13,40996
Observations (or Sum Wgts)	200

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	2731,6756	2731,68	1821,344
Error	198	296,9630	1,50	Prob > F
C. Total	199	3028,6385		<,0001

Parameter Estimates

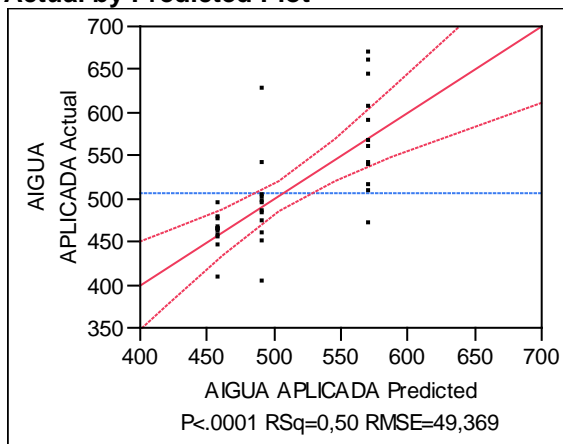
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-1,690351	0,364269	-4,64	<,0001
St	0,6297733	0,014757	42,68	<,0001

Taula 3.2. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells aigua de reg total aplicada pels diferents tractaments de reg.

Response AIGUA APLICADA

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,495439
RSquare Adj	0,46486
Root Mean Square Error	49,36904
Mean of Response	506,8575
Observations (or Sum Wgts)	36

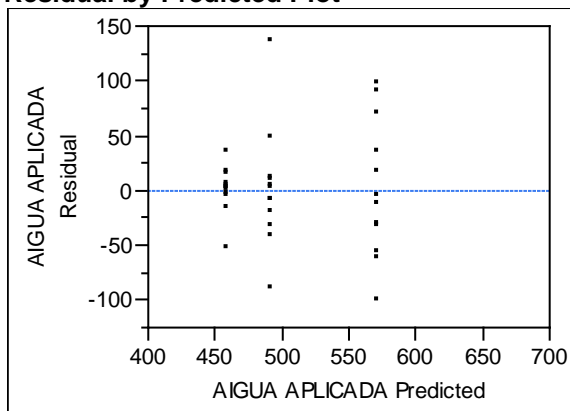
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	2	78976,94	39488,5	16,2017	
Error	33	80430,97	2437,3		
C. Total	35	159407,91			
					<,0001

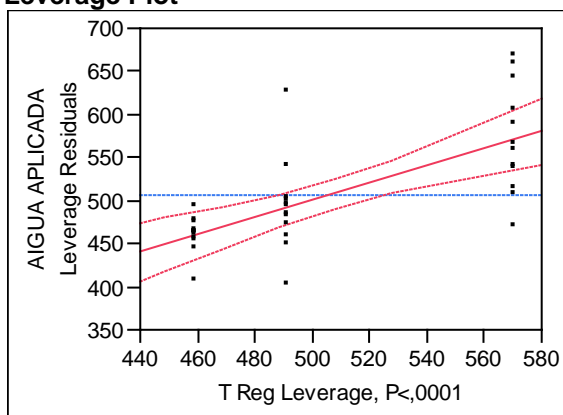
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	78976,937	16,2017	<,0001

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	570,44183	14,251615	570,442
FASE II	458,98804	14,251615	458,988
FASE III	491,14256	14,251615	491,143

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha=$

0,050 Q=

2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	111,454	79,2993
	0	20,1548	20,1548
	0	61,998	29,8435
	0	160,91	128,755
FASE II	-111,45	0	-32,155
	20,1548	0	20,1548
	-160,91	0	-81,61
	-61,998	0	17,3013
FASE III	-79,299	32,1545	0
	20,1548	20,1548	0
	-128,76	-17,301	0
	-29,843	81,6103	0

Level		Least Sq Mean
100	A	570,44183
FASE III	B	491,14256
FASE II	B	458,98804

Levels not connected by same letter are significantly different.

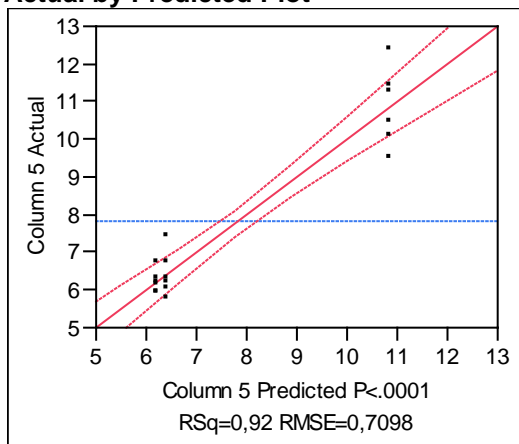
.

Taula 3.3. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells de potencial hídric de fulla final fase II.

Response Potencial hídric de tija final fase II

Whole Model

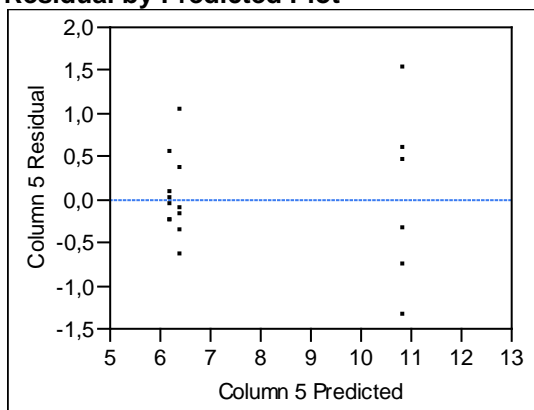
Actual by Predicted Plot



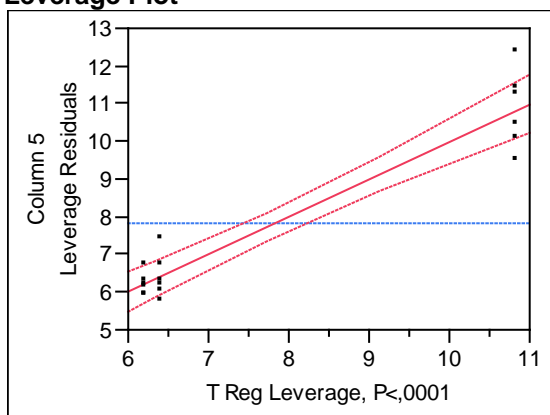
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	82,513086	81,8903	<,0001

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	6,200000	0,28977073	6,2000
FASE II	10,833333	0,28977073	10,8333
FASE III	6,388889	0,28977073	6,3889

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,59747

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-4,6333	-0,1889
	0	0,4098	0,4098
	0	-5,6978	-1,2533
	0	-3,5689	0,87555
FASE II	4,63333	0	4,44444
	0,4098	0	0,4098
	3,5689	0	3,38001
	5,69777	0	5,50888
FASE III	0,18889	-4,4444	0
	0,4098	0,4098	0
	-0,8755	-5,5089	0
	1,25333	-3,38	0

Level		Least Sq Mean
FASE II	A	10,833333
FASE III	B	6,388889
100	B	6,200000

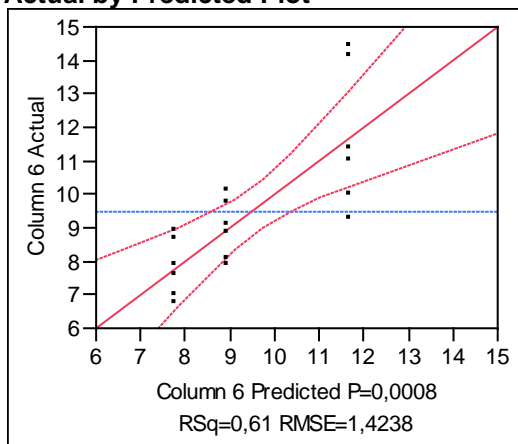
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.4. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells de potencial hídric de fulla final fase III.

Response Potencial hídric de tija final fase III

Whole Model

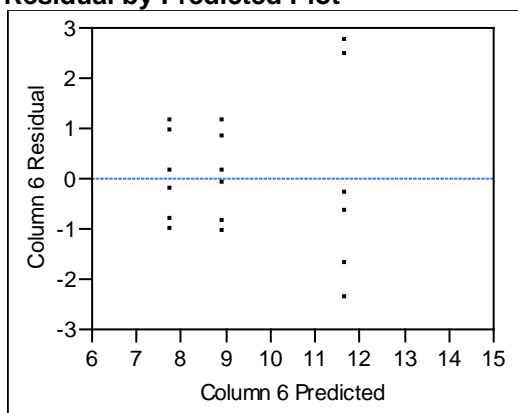
Actual by Predicted Plot



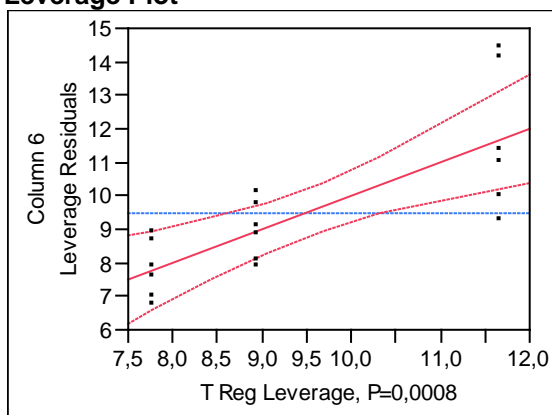
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	48,231975	11,8964	0,0008

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	7,766667	0,58125910	7,7667
FASE II	8,933333	0,58125910	8,9333
FASE III	11,672222	0,58125910	11,6722

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha=$
0,050 Q=
2,59747

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-1,1667	-3,9056
	0	0,82202	0,82202
	0	-3,3019	-6,0407
	0	0,96852	-1,7704
FASE II	1,16667	0	-2,7389
	0,82202	0	0,82202
	-0,9685	0	-4,8741
	3,30185	0	-0,6037
FASE III	3,90556	2,73889	0
	0,82202	0,82202	0
	1,77037	0,6037	0
	6,04074	4,87407	0

Level		Least Sq Mean
FASE III	A	11,672222
FASE II	B	8,933333
100	B	7,766667

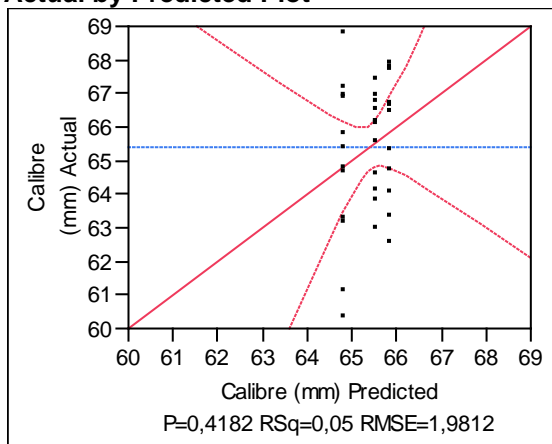
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.5. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable diàmetre final del fruit (mm).

Response Calibre (mm)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,051461
RSquare Adj	-0,00603
Root Mean Square Error	1,981248
Mean of Response	65,4134
Observations (or Sum Wgts)	36

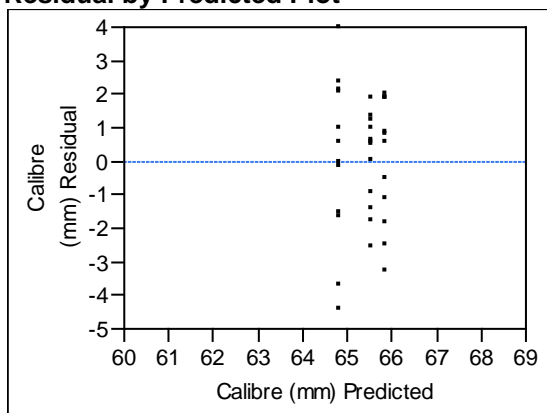
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	7,02777	3,51388	0,8952
Error	33	129,53639	3,92535	Prob > F
C. Total	35	136,56416		0,4182

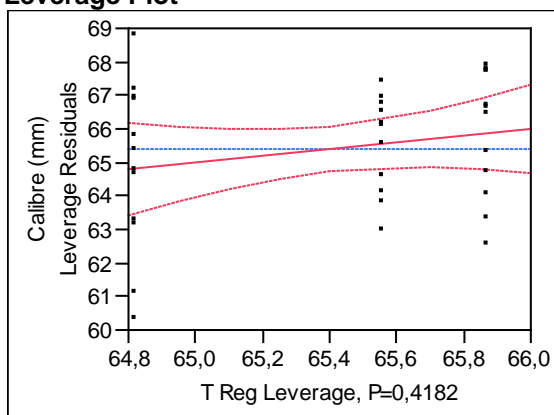
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	7,0277690	0,8952	0,4182

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	65,869542	0,57193714	65,8695
FASE II	65,555167	0,57193714	65,5552
FASE III	64,815500	0,57193714	64,8155

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$

0,050 Q=

2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	0,31437	1,05404
	0	0,80884	0,80884
	0	-1,6704	-0,9307
	0	2,29911	3,03877
FASE II	-0,3144	0	0,73967
	0,80884	0	0,80884
	-2,2991	0	-1,2451
	1,67036	0	2,7244
FASE III	-1,054	-0,7397	0
	0,80884	0,80884	0
	-3,0388	-2,7244	0
	0,93069	1,24506	0

Level		Least Sq Mean
100	A	65,869542
FASE II	A	65,555167
FASE III	A	64,815500

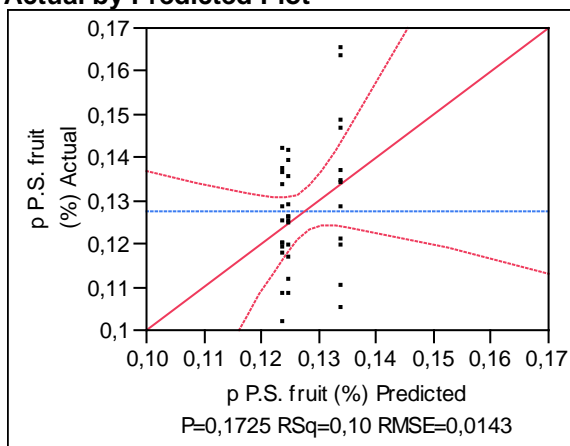
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.6. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable proporció de matèria seca (p/p %).

Response p P.S. fruit (%)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,101035
RSquare Adj	0,046553
Root Mean Square Error	0,014312
Mean of Response	0,127532
Observations (or Sum Wgts)	36

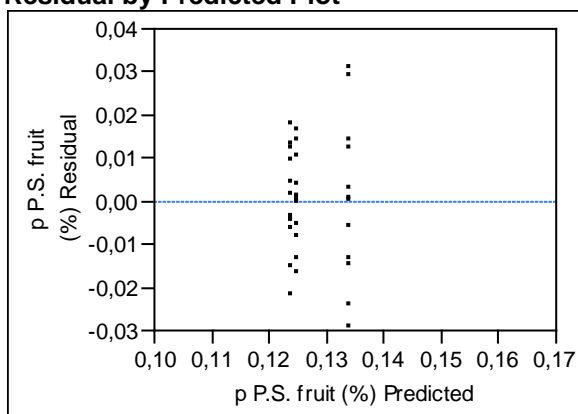
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	0,00075973	0,000380	1,8544
Error	33	0,00675976	0,000205	Prob > F
C. Total	35	0,00751949		0,1725

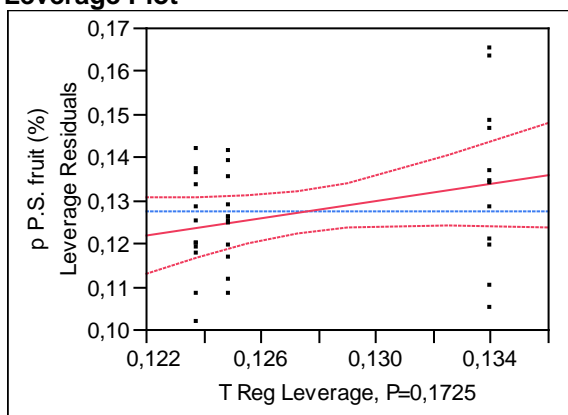
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	0,00075973	1,8544	0,1725

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	0,12372781	0,00413160	0,123728
FASE II	0,12487409	0,00413160	0,124874
FASE III	0,13399535	0,00413160	0,133995

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,0011	-0,0103
	0	0,00584	0,00584
	0	-0,0155	-0,0246
	0	0,01319	0,00407
FASE II	0,00115	0	-0,0091
	0,00584	0	0,00584
	-0,0132	0	-0,0235
	0,01548	0	0,00522
FASE III	0,01027	0,00912	0
	0,00584	0,00584	0
	-0,0041	-0,0052	0
	0,0246	0,02346	0

Level	Least Sq Mean
FASE III A	0,13399535
FASE II A	0,12487409
100 A	0,12372781

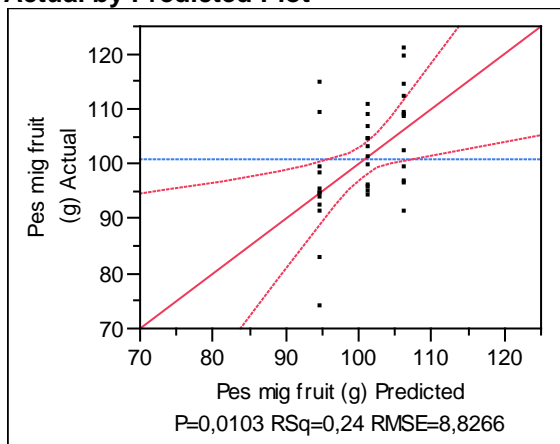
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.7. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable pes fresc final del fruit (g).

Response Pes mig fruit (g)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,242245
RSquare Adj	0,196321
Root Mean Square Error	8,826579
Mean of Response	100,7293
Observations (or Sum Wgts)	36

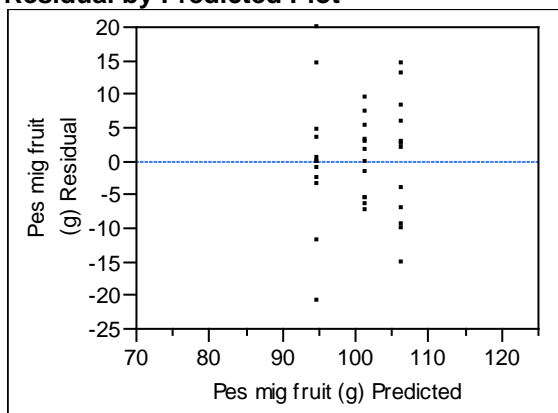
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	821,9127	410,956	5,2749
Error	33	2570,9805	77,909	Prob > F
C. Total	35	3392,8932		0,0103

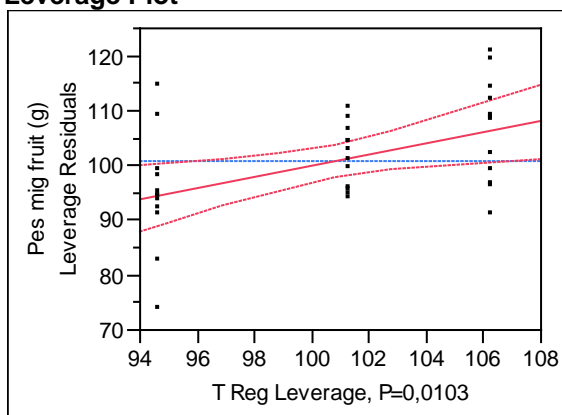
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	821,91273	5,2749	0,0103

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	106,27596	2,5480139	106,276
FASE II	101,29833	2,5480139	101,298
FASE III	94,61346	2,5480139	94,613

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	4,97763	11,6625
	0	3,60344	3,60344
	0	-3,8645	2,82041
	0	13,8197	20,5046
FASE II	-4,9776	0	6,68487
	3,60344	0	3,60344
	-13,82	0	-2,1572
	3,86446	0	15,527
FASE III	-11,662	-6,6849	0
	3,60344	3,60344	0
	-20,505	-15,527	0
	-2,8204	2,15722	0

Level		Least Sq Mean
100	A	106,27596
FASE II	A B	101,29833
FASE III	B	94,61346

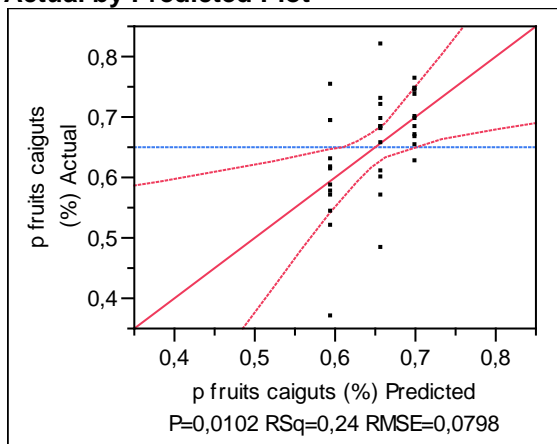
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.8. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable percentatge de fruits caiguts per arbre (p/p %).

Response p fruits caiguts (%)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,242849
RSquare Adj	0,196961
Root Mean Square Error	0,079758
Mean of Response	0,650094
Observations (or Sum Wgts)	36

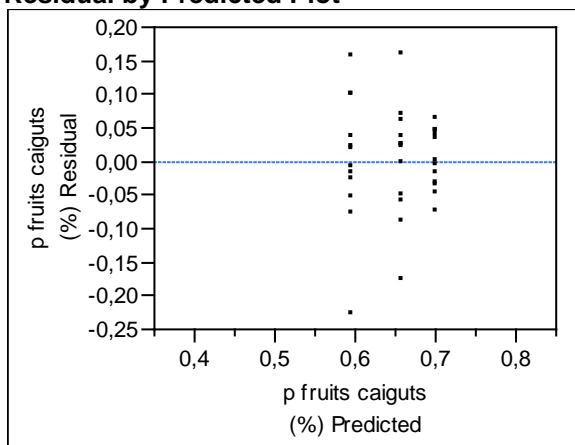
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	0,06733104	0,033666	5,2922
Error	33	0,20992413	0,006361	Prob > F
C. Total	35	0,27725517		0,0102

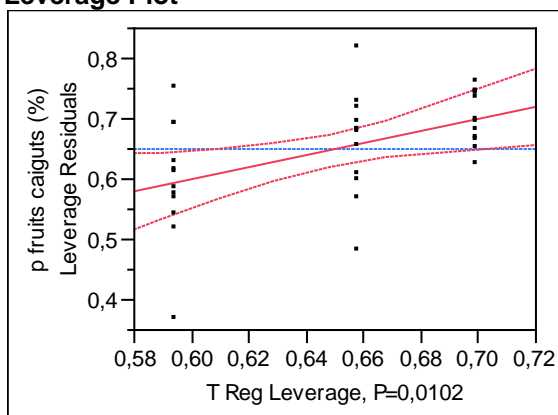
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	0,06733104	5,2922	0,0102

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	0,65748800	0,02302415	0,657488
FASE II	0,69897552	0,02302415	0,698976
FASE III	0,59381926	0,02302415	0,593819

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,0415	0,06367
	0	0,03256	0,03256
	0	-0,1214	-0,0162
	0	0,03841	0,14357
FASE II	0,04149	0	0,10516
	0,03256	0	0,03256
	-0,0384	0	0,02526
	0,12139	0	0,18505
FASE III	-0,0637	-0,1052	0
	0,03256	0,03256	0
	-0,1436	-0,1851	0
	0,01623	-0,0253	0

Level		Least Sq Mean
FASE II	A	0,69897552
100	A B	0,65748800
FASE III	B	0,59381926

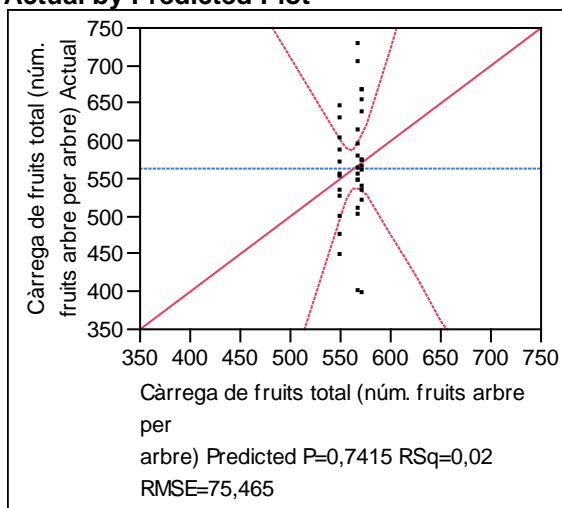
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.9. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable càrrega de fruits (número de fruits per arbre).

Response Càrrega de fruits total (núm. fruits arbre per arbre)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

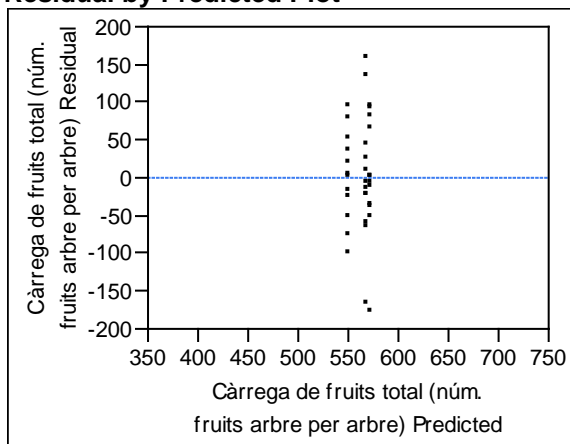
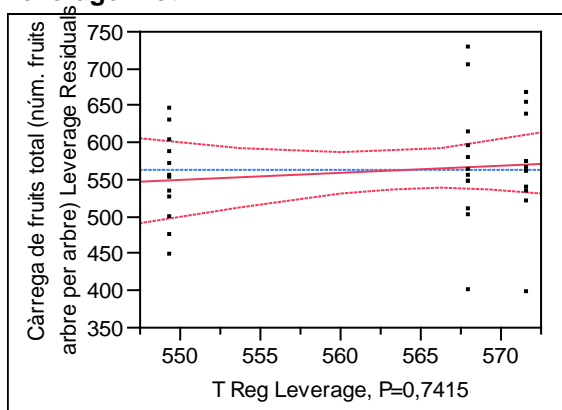
RSquare	0,017961
RSquare Adj	-0,04156
Root Mean Square Error	75,46516
Mean of Response	563,0347
Observations (or Sum Wgts)	36

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	3437,15	1718,58	0,3018
Error	33	187934,68	5694,99	Prob > F
C. Total	35	191371,84		0,7415

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	3437,1539	0,3018	0,7415

Residual by Predicted Plot**T Reg****Leverage Plot****Least Squares Means Table**

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	571,67608	21,784915	571,676
FASE II	549,37539	21,784915	549,375
FASE III	568,05259	21,784915	568,053

LSMeans Differences Tukey HSD
 $\alpha =$

0,050 Q=

2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	22,3007	3,62349
	0	30,8085	30,8085
	0	-53,297	-71,974
	0	97,8985	79,2213
FASE II	-22,301	0	-18,677
	30,8085	0	30,8085
	-97,898	0	-94,275
	53,2971	0	56,9206
FASE III	-3,6235	18,6772	0
	30,8085	30,8085	0
	-79,221	-56,921	0
	71,9743	94,275	0

Level

Least Sq Mean

Level		Least Sq Mean
100	A	571,67608
FASE III	A	568,05259
FASE II	A	549,37539

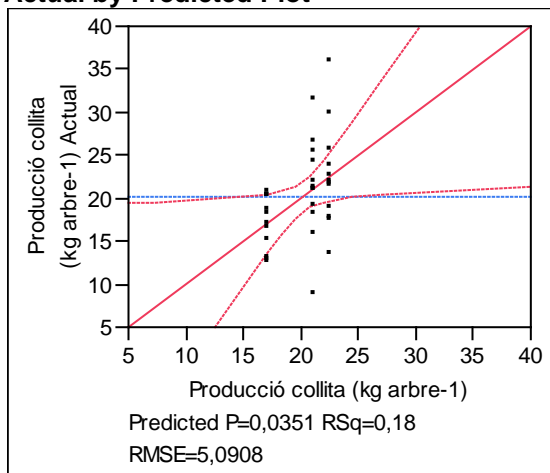
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.10. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció final de collita (kg per arbre).

Response Producció collita (kg arbre-1)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,183752
RSquare Adj	0,134282
Root Mean Square Error	5,090756
Mean of Response	20,20206
Observations (or Sum Wgts)	36

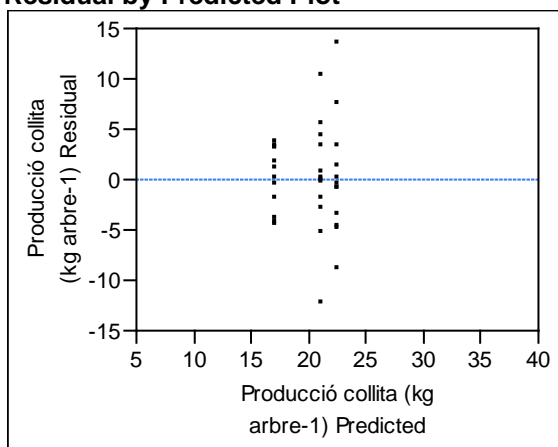
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	192,5255	96,2627	3,7144
Error	33	855,2211	25,9158	Prob > F
C. Total	35	1047,7466		0,0351

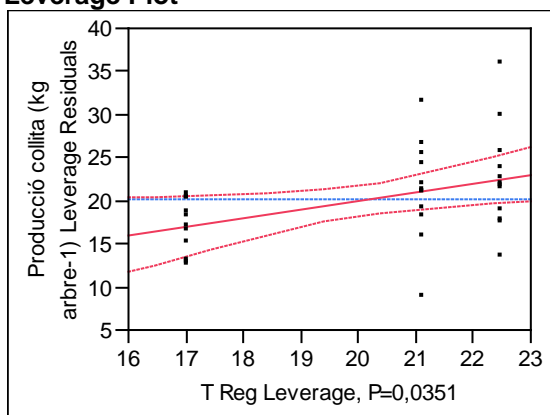
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	192,52549	3,7144	0,0351

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	21,112500	1,4695745	21,1125
FASE II	17,026500	1,4695745	17,0265
FASE III	22,467167	1,4695745	22,4672

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	4,086	-1,3547
	0	2,07829	2,07829
	0	-1,0137	-6,4544
	0	9,1857	3,74504
FASE II	-4,086	0	-5,4407
	2,07829	0	2,07829
	-9,1857	0	-10,54
	1,0137	0	-0,341
FASE III	1,35467	5,44067	0
	2,07829	2,07829	0
	-3,745	0,34096	0
	6,45437	10,5404	0

Level	Least Sq Mean
FASE III A	22,467167
100 A B	21,112500
FASE II B	17,026500

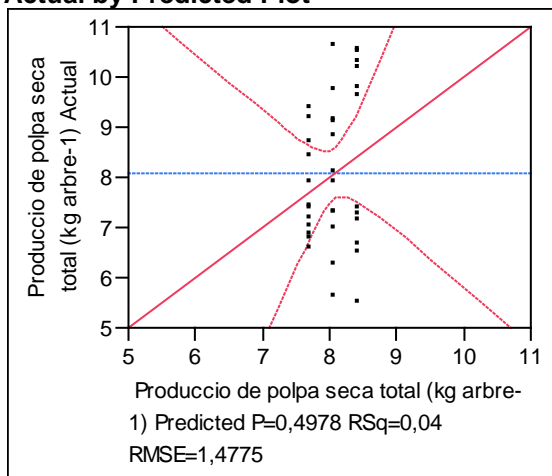
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.11. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció total de polpa seca (kg per arbre).

Response Produccio de polpa seca total (kg arbre-1)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,041392
RSquare Adj	-0,01671
Root Mean Square Error	1,477465
Mean of Response	8,061675
Observations (or Sum Wgts)	36

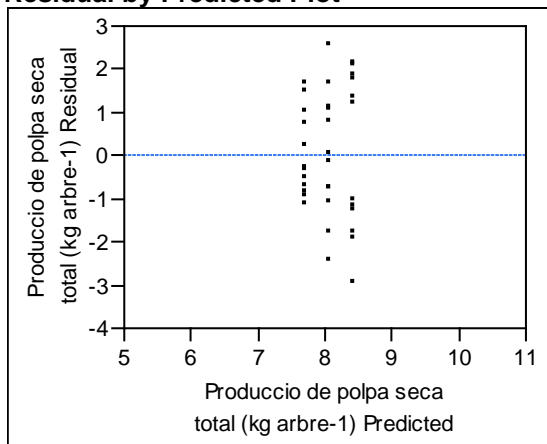
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	3,110469	1,55523	0,7125
Error	33	72,035804	2,18290	Prob > F
C. Total	35	75,146273		0,4978

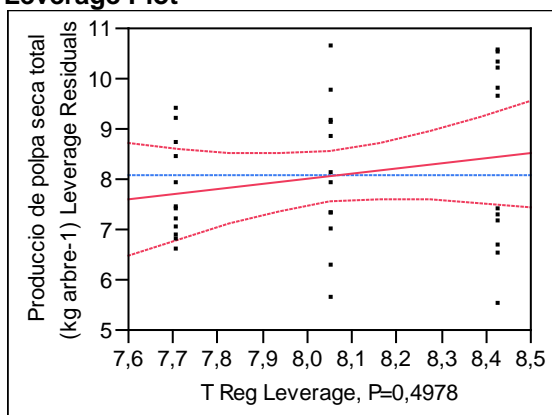
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	3,1104690	0,7125	0,4978

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	8,0528846	0,42650744	8,05288
FASE II	7,7061474	0,42650744	7,70615
FASE III	8,4259943	0,42650744	8,42599

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$

0,050 Q=

2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	0,34674	-0,3731
	0	0,60317	0,60317
	0	-1,1333	-1,8532
	0	1,8268	1,10695
FASE II	-0,3467	0	-0,7198
	0,60317	0	0,60317
	-1,8268	0	-2,1999
	1,13332	0	0,76021
FASE III	0,37311	0,71985	0
	0,60317	0,60317	0
	-1,107	-0,7602	0
	1,85317	2,19991	0

Level		Least Sq Mean
FASE III	A	8,4259943
100	A	8,0528846
FASE II	A	7,7061474

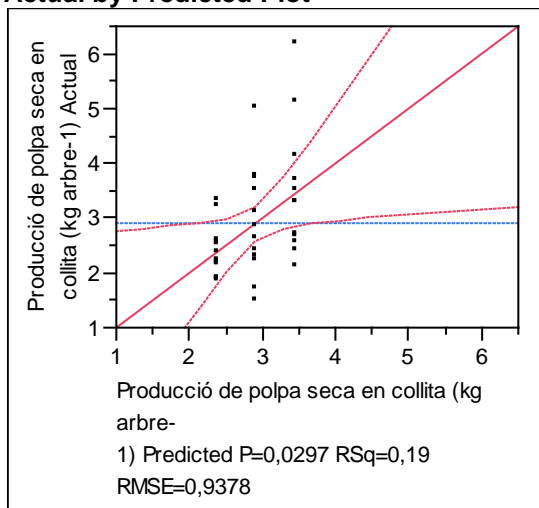
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.12. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció de polpa seca en collita (kg per arbre).

Response Producció de polpa seca en collita (kg arbre-1)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,191935
RSquare Adj	0,142961
Root Mean Square Error	0,93776
Mean of Response	2,906179
Observations (or Sum Wgts)	36

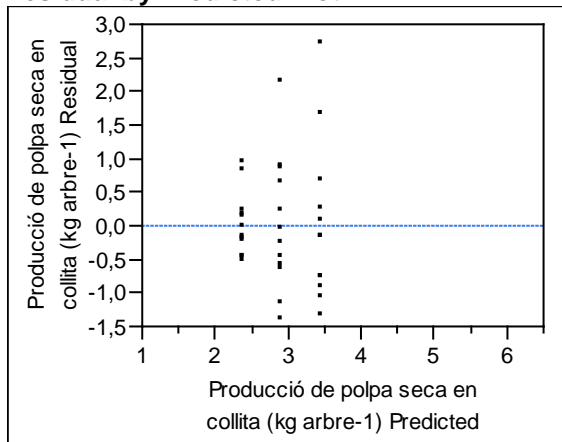
Analysis of Variance

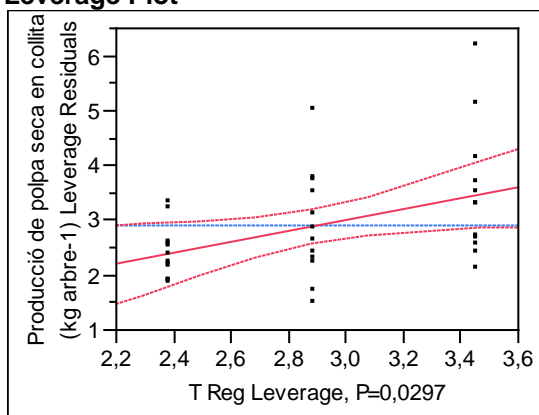
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	6,892941	3,44647	3,9191
Error	33	29,020025	0,87939	Prob > F
C. Total	35	35,912966		0,0297

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	6,8929413	3,9191	0,0297

Residual by Predicted Plot



T Reg**Leverage Plot****Least Squares Means Table**

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	2,8858573	0,27070813	2,88586
FASE II	2,3807125	0,27070813	2,38071
FASE III	3,4519663	0,27070813	3,45197

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$

0,050 Q=

2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	0,50514	-0,5661
	0	0,38284	0,38284
	0	-0,4343	-1,5055
	0	1,44455	0,3733
FASE II	-0,5051	0	-1,0713
	0,38284	0	0,38284
	-1,4446	0	-2,0107
	0,43426	0	-0,1318
FASE III	0,56611	1,07125	0
	0,38284	0,38284	0
	-0,3733	0,13185	0
	1,50552	2,01066	0

Level	Least Sq Mean
FASE III A	3,4519663
100 A B	2,8858573
FASE II B	2,3807125

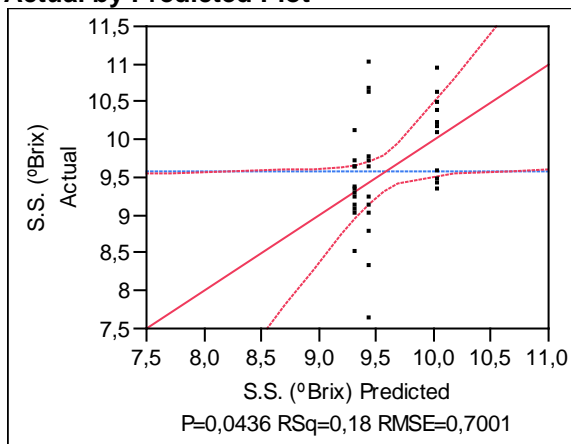
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.13. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable concentració de sòlids solubles (°Brix).

Response S.S. (°Brix)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,177833
RSquare Adj	0,126448
Root Mean Square Error	0,70015
Mean of Response	9,582857
Observations (or Sum Wgts)	35

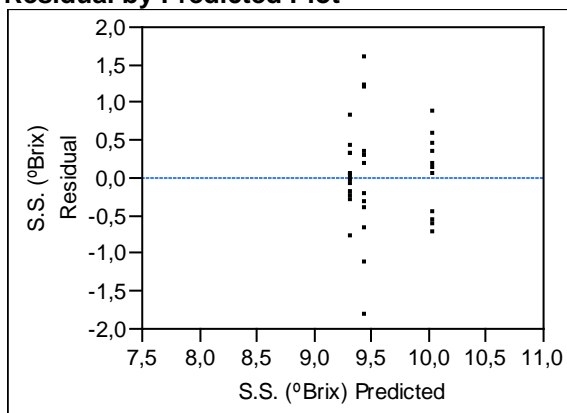
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	3,393010	1,69650	3,4608
Error	32	15,686705	0,49021	Prob > F
C. Total	34	19,079714		0,0436

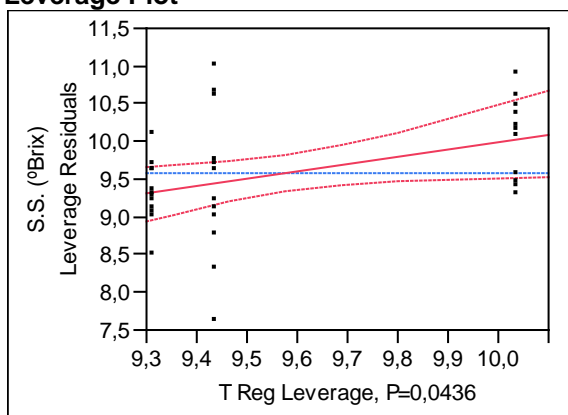
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	3,3930097	3,4608	0,0436

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	9,437500	0,20211579	9,4375
FASE II	9,312500	0,20211579	9,3125
FASE III	10,036364	0,21110306	10,0364

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45737

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	0,125	-0,5989
	0	0,28583	0,29226
	0	-0,5774	-1,3171
	0	0,8274	0,11933
FASE II	-0,125	0	-0,7239
	0,28583	0	0,29226
	-0,8274	0	-1,4421
	0,5774	0	-0,0057
FASE III	0,59886	0,72386	0
	0,29226	0,29226	0
	-0,1193	0,00567	0
	1,31705	1,44205	0

Level	Least Sq Mean
FASE III A	10,036364
100 A B	9,437500
FASE II B	9,312500

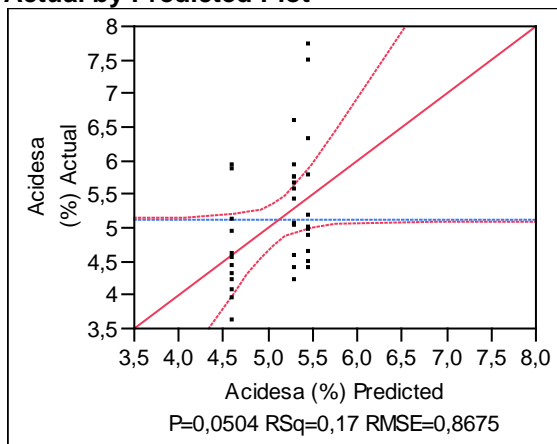
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.14. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable acidesa (%).

Response Acidesa (%)

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,165628
RSquare Adj	0,11506
Root Mean Square Error	0,867464
Mean of Response	5,120847
Observations (or Sum Wgts)	36

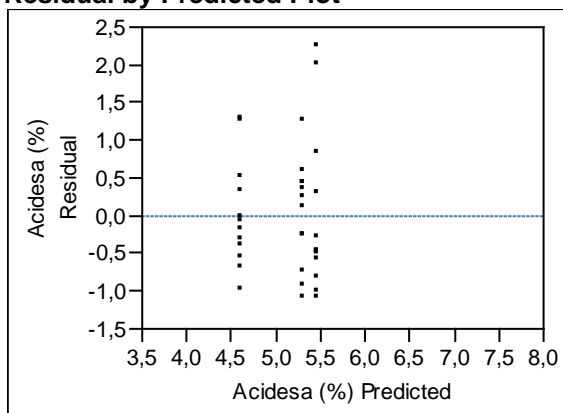
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	4,929358	2,46468	3,2753
Error	33	24,832291	0,75249	Prob > F
C. Total	35	29,761650		0,0504

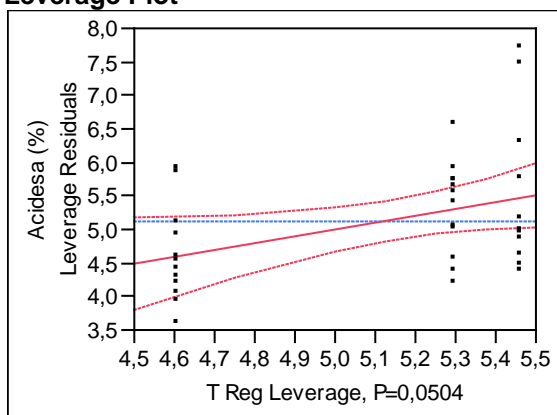
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	4,9293584	3,2753	0,0504

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	5,4605000	0,25041527	5,46050
FASE II	4,6062500	0,25041527	4,60625
FASE III	5,2957917	0,25041527	5,29579

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	0,85425	0,16471
	0	0,35414	0,35414
	0	-0,0147	-0,7043
	0	1,72324	1,0337
FASE II	-0,8542	0	-0,6895
	0,35414	0	0,35414
	-1,7232	0	-1,5585
	0,01474	0	0,17945
FASE III	-0,1647	0,68954	0
	0,35414	0,35414	0
	-1,0337	-0,1794	0
	0,70428	1,55853	0

Level		Least Sq Mean
100	A	5,4605000
FASE III	A	5,2957917
FASE II	A	4,6062500

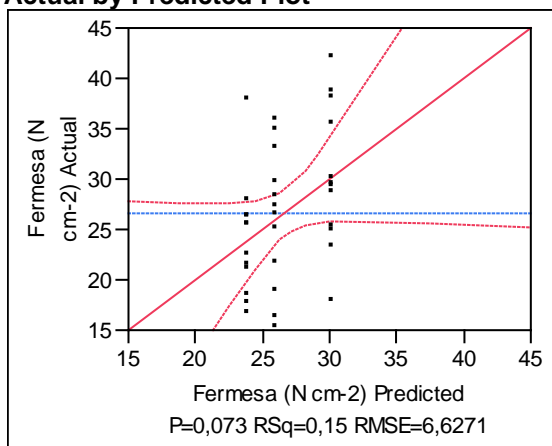
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.15. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable fermesa (N cm^{-2}).

Response Fermesa (N cm^{-2})

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,146685
RSquare Adj	0,094969
Root Mean Square Error	6,627142
Mean of Response	26,67361
Observations (or Sum Wgts)	36

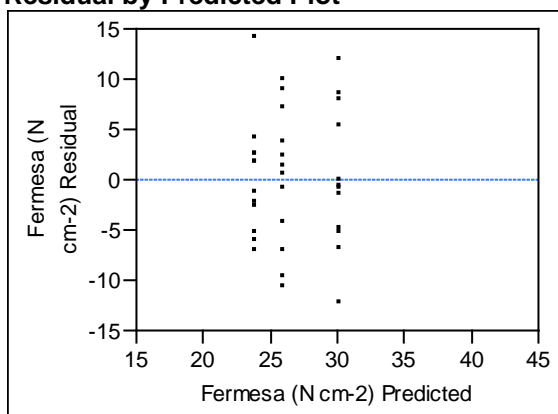
Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	249,1401	124,570	2,8364
Error	33	1449,3273	43,919	Prob > F
C. Total	35	1698,4674		0,0730

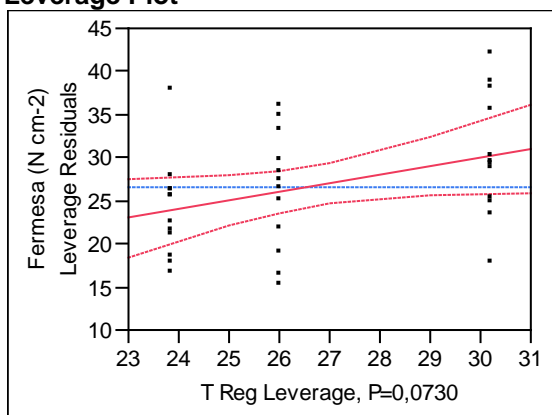
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	249,14014	2,8364	0,0730

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	25,987500	1,9130911	25,9875
FASE II	23,850000	1,9130911	23,8500
FASE III	30,183333	1,9130911	30,1833

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	2,1375	-4,1958
	0	2,70552	2,70552
	0	-4,5013	-10,835
	0	8,77629	2,44296
FASE II	-2,1375	0	-6,3333
	2,70552	0	2,70552
	-8,7763	0	-12,972
	4,50129	0	0,30546
FASE III	4,19583	6,33333	0
	2,70552	2,70552	0
	-2,443	-0,3055	0
	10,8346	12,9721	0

Level		Least Sq Mean
FASE III	A	30,183333
100	A	25,987500
FASE II	A	23,850000

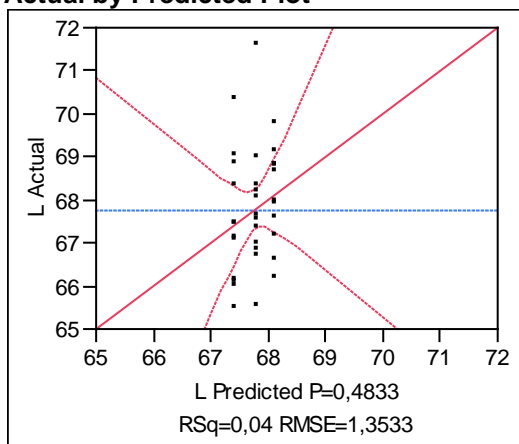
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.17. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable color (paràmetres L^* , a^* , b^* , C^* , H^* del sistema CIELAB).

Response L^*

Whole Model

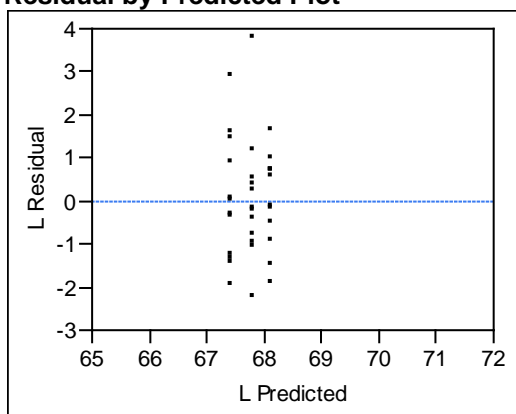
Actual by Predicted Plot



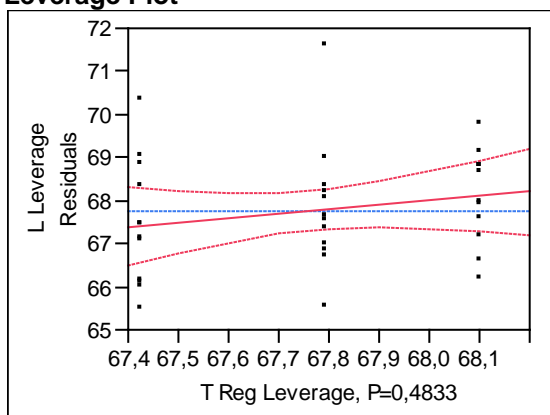
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	2,7230133	0,7435	0,4833

Residual by Predicted Plot



T Reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	67,425897	0,39065101	67,4259
FASE II	67,791360	0,39065101	67,7914
FASE III	68,098735	0,39065101	68,0987

LSMeans Differences Tukey HSD

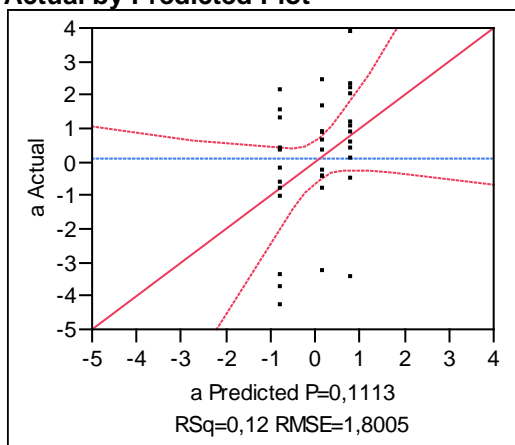
$\alpha =$
0,050 Q=
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

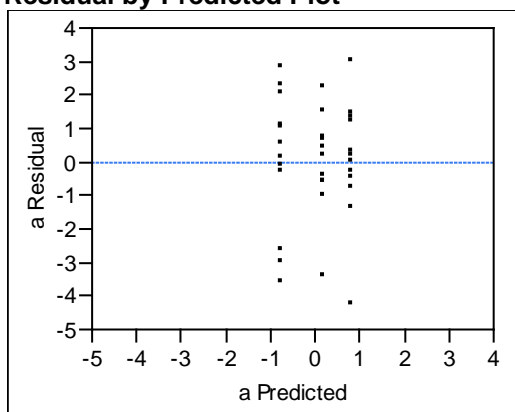
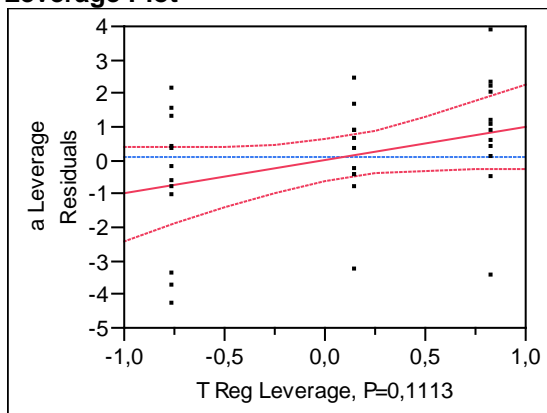
Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,3655	-0,6728
	0	0,55246	0,55246
	0	-1,7211	-2,0285
	0	0,99017	0,6828
FASE II	0,36546	0	-0,3074
	0,55246	0	0,55246
	-0,9902	0	-1,663
	1,7211	0	1,04826
FASE III	0,67284	0,30738	0
	0,55246	0,55246	0
	-0,6828	-1,0483	0
	2,02847	1,66301	0

Level		Least Sq Mean
FASE III	A	68,098735
FASE II	A	67,791360
100	A	67,425897

Levels not connected by same letter are significantly different.

Response a***Whole Model****Actual by Predicted Plot****Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	15,222410	2,3478	0,1113

Residual by Predicted Plot**T Reg****Leverage Plot**

Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	-0,7598541	0,51976407	-0,75985
FASE II	0,8269221	0,51976407	0,82692
FASE III	0,1535635	0,51976407	0,15356

LSMeans Differences Tukey HSD $\alpha =$

0,050 Q=

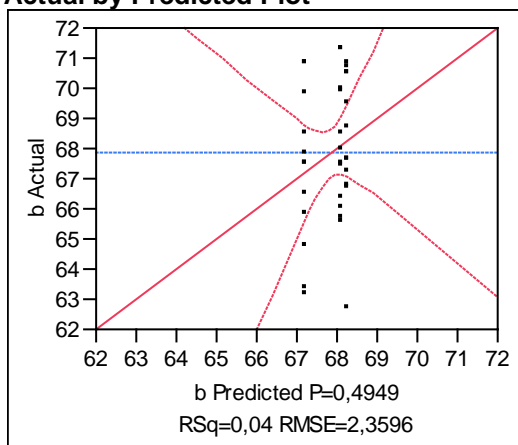
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

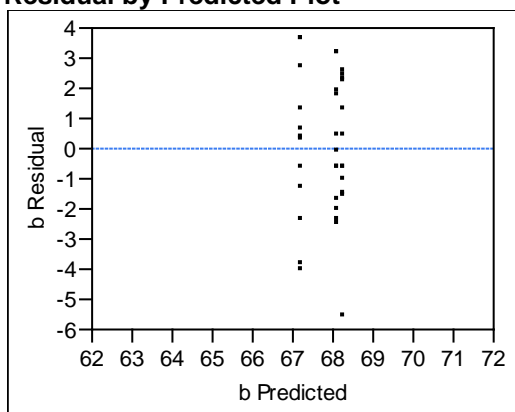
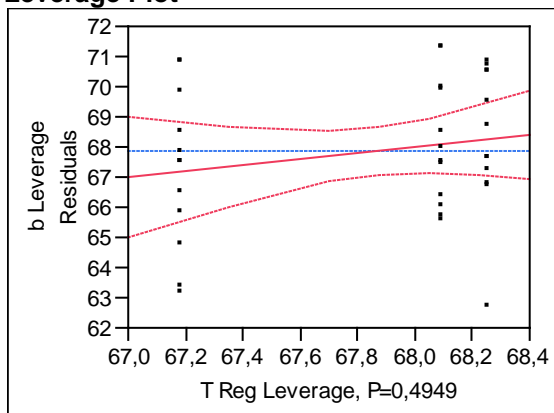
Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-1,5868	-0,9134
	0	0,73506	0,73506
	0	-3,3905	-2,7171
	0	0,2169	0,89026
FASE II	1,58678	0	0,67336
	0,73506	0	0,73506
	-0,2169	0	-1,1303
	3,39046	0	2,47704
FASE III	0,91342	-0,6734	0
	0,73506	0,73506	0
	-0,8903	-2,477	0
	2,7171	1,13032	0

Level		Least Sq Mean
FASE II	A	0,8269221
FASE III	A	0,1535635
100	A	-0,7598541

Levels not connected by same letter are significantly different.

Response b***Whole Model****Actual by Predicted Plot****Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	8,0029631	0,7187	0,4949

Residual by Predicted Plot**T Reg****Leverage Plot**

Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	67,180491	0,68115300	67,1805
FASE II	68,091085	0,68115300	68,0911
FASE III	68,250999	0,68115300	68,2510

LSMeans Differences Tukey HSD $\alpha =$

0,050 Q=

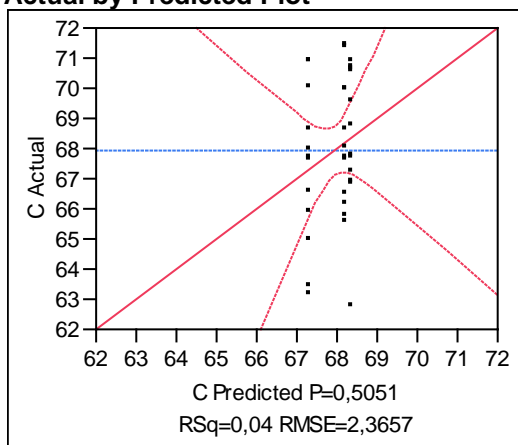
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

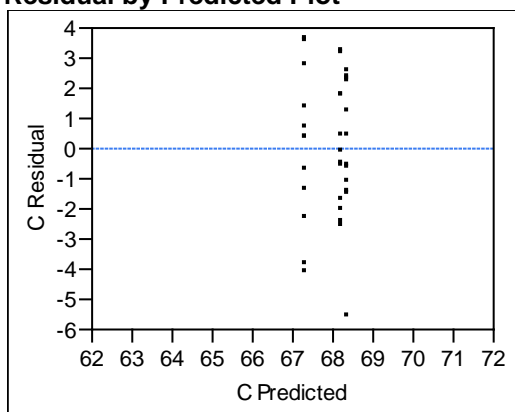
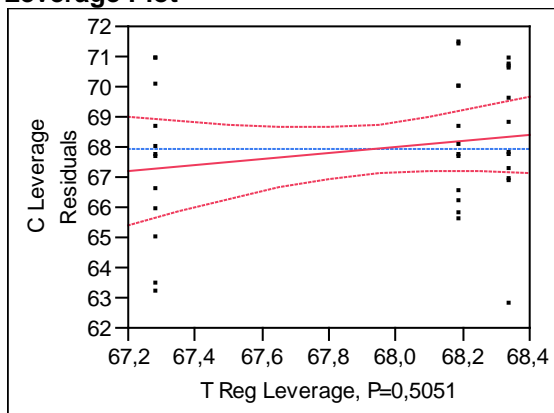
Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,9106	-1,0705
	0	0,9633	0,9633
	0	-3,2743	-3,4342
	0	1,45314	1,29322
FASE II	0,91059	0	-0,1599
	0,9633	0	0,9633
	-1,4531	0	-2,5236
	3,27432	0	2,20382
FASE III	1,07051	0,15991	0
	0,9633	0,9633	0
	-1,2932	-2,2038	0
	3,43424	2,52364	0

Level		Least Sq Mean
FASE III	A	68,250999
FASE II	A	68,091085
100	A	67,180491

Levels not connected by same letter are significantly different.

Response C***Whole Model****Actual by Predicted Plot****Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	7,8049128	0,6973	0,5051

Residual by Predicted Plot**T Reg****Leverage Plot**

Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	67,284455	0,68292393	67,2845
FASE II	68,187805	0,68292393	68,1878
FASE III	68,339108	0,68292393	68,3391

LSMeans Differences Tukey HSD $\alpha =$

0,050 Q=

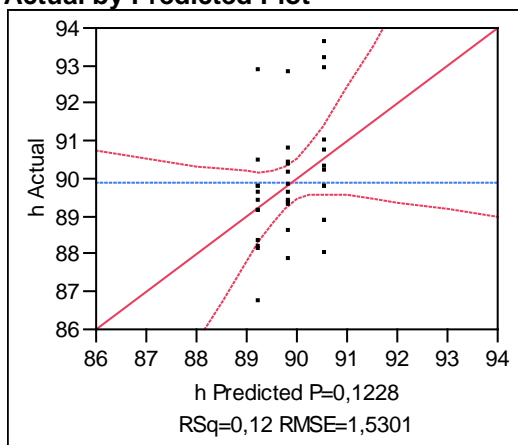
2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

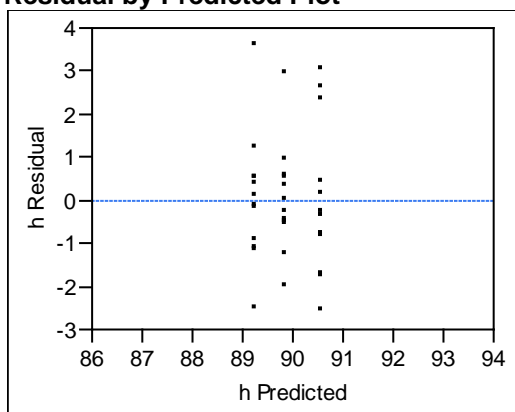
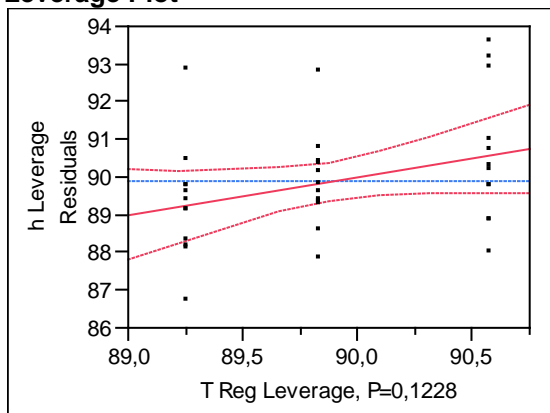
Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,9034	-1,0547
	0	0,9658	0,9658
	0	-3,2732	-3,4245
	0	1,46652	1,31522
FASE II	0,90335	0	-0,1513
	0,9658	0	0,9658
	-1,4665	0	-2,5212
	3,27323	0	2,21857
FASE III	1,05465	0,1513	0
	0,9658	0,9658	0
	-1,3152	-2,2186	0
	3,42453	2,52118	0

Level		Least Sq Mean
FASE III	A	68,339108
FASE II	A	68,187805
100	A	67,284455

Levels not connected by same letter are significantly different.

Response H***Whole Model****Actual by Predicted Plot****Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T Reg	2	2	10,470349	2,2362	0,1228

Residual by Predicted Plot**T Reg****Leverage Plot**

Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	90,570889	0,44169329	90,5709
FASE II	89,253514	0,44169329	89,2535
FASE III	89,827435	0,44169329	89,8274

LSMeans Differences Tukey HSD $\alpha =$

0,050 Q=

2,45379

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	FASE II	FASE III
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	1,31738	0,74345
	0	0,62465	0,62465
	0	-0,2154	-0,7893
	0	2,85013	2,27621
FASE II	-1,3174	0	-0,5739
	0,62465	0	0,62465
	-2,8501	0	-2,1067
	0,21538	0	0,95884
FASE III	-0,7435	0,57392	0
	0,62465	0,62465	0
	-2,2762	-0,9588	0
	0,78931	2,10668	0

Level		Least Sq Mean
100	A	90,570889
FASE III	A	89,827435
FASE II	A	89,253514

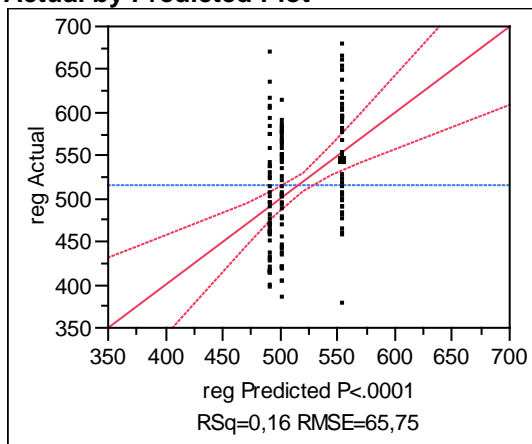
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.20. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable nivells d'aigua de reg total aplicada pels diferents tractaments de reg (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response Reg

Whole Model

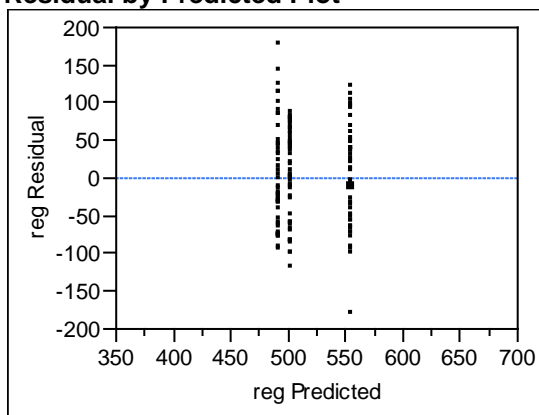
Actual by Predicted Plot



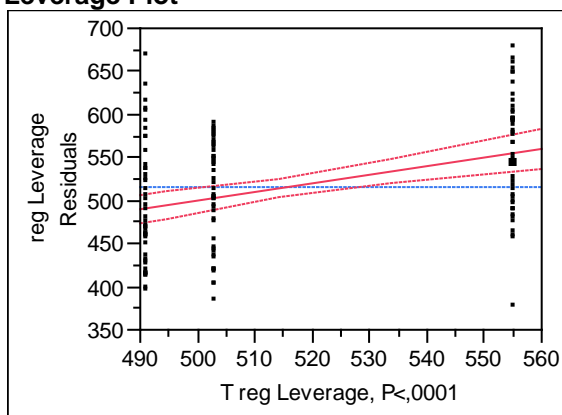
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	110997,61	12,8378	<,0001

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	555,21147	9,4902288	555,211
200	490,95730	9,5906573	490,957
300	502,82563	9,8014662	502,826

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	64,2542	52,3858
	0	13,4924	13,6431
	0	32,284	20,0587
	0	96,2244	84,713
200	-64,254	0	-11,868
	13,4924	0	13,7131
	-96,224	0	-44,361
	-32,284	0	20,6248
300	-52,386	11,8683	0
	13,6431	13,7131	0
	-84,713	-20,625	0
	-20,059	44,3615	0

Level		Least Sq Mean
100	A	555,21147
300	B	502,82563
200	B	490,95730

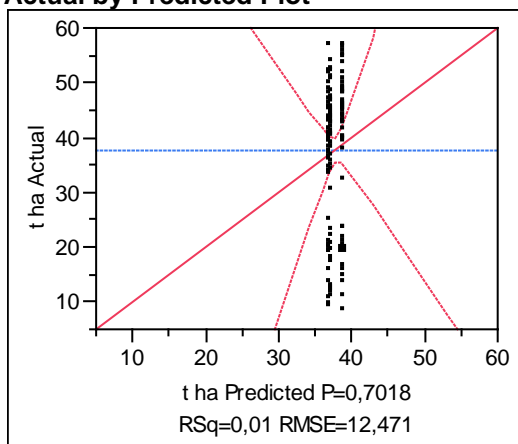
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.21. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció total (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response t ha

Whole Model

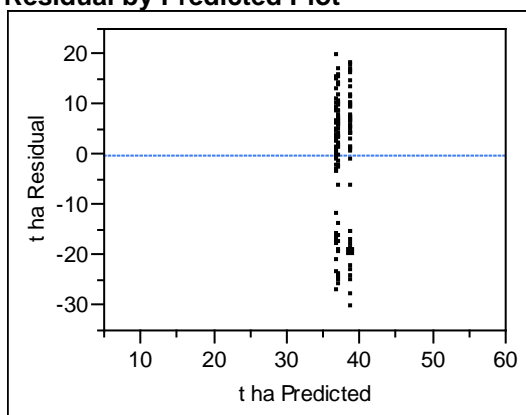
Actual by Predicted Plot



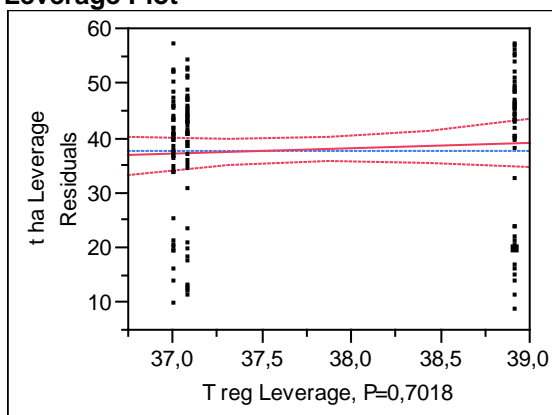
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	110,41957	0,3550	0,7018

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	38,918411	1,7999984	38,9184
200	37,089128	1,8190465	37,0891
300	37,006567	1,8590303	37,0066

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$

0,050 Q=

2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	1,82928	1,91184
	0	2,55909	2,58766
	0	-4,2345	-4,2196
	0	7,89303	8,0433
200	-1,8293	0	0,08256
	2,55909	0	2,60095
	-7,893	0	-6,0804
	4,23446	0	6,24549
300	-1,9118	-0,0826	0
	2,58766	2,60095	0
	-8,0433	-6,2455	0
	4,21961	6,08037	0

Level		Least Sq Mean
100	A	38,918411
200	A	37,089128
300	A	37,006567

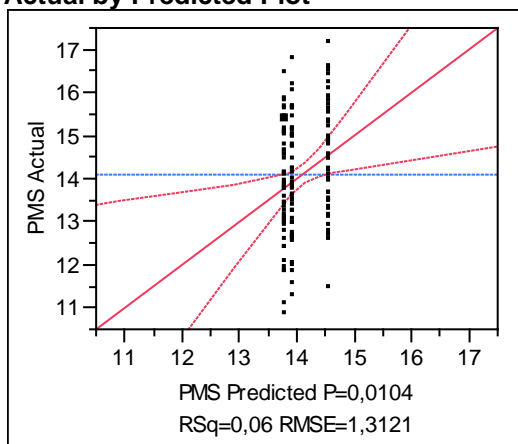
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.22. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable proporció de materia seca del fruit (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response PMS

Whole Model

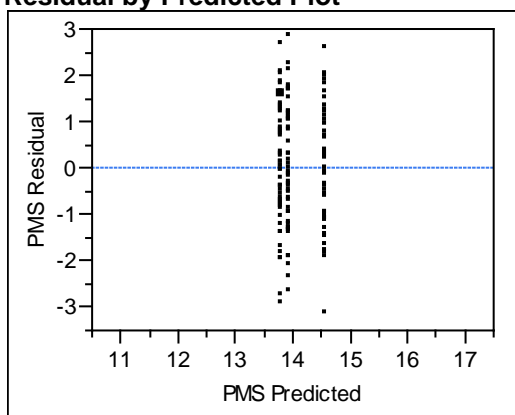
Actual by Predicted Plot



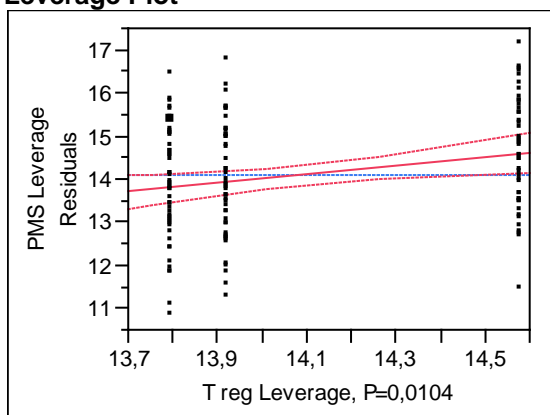
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	16,241336	4,7171	0,0104

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	13,792301	0,18938130	13,7923
200	13,919550	0,19138539	13,9196
300	14,575872	0,19559217	14,5759

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 $Q =$
2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,1272	-0,7836
	0	0,26925	0,27225
	0	-0,7652	-1,4287
	0	0,51073	-0,1385
200	0,12725	0	-0,6563
	0,26925	0	0,27365
	-0,5107	0	-1,3047
	0,76523	0	-0,0079
300	0,78357	0,65632	0
	0,27225	0,27365	0
	0,13847	0,00791	0
	1,42867	1,30474	0

Level		Least Sq Mean
300	A	14,575872
200	B	13,919550
100	B	13,792301

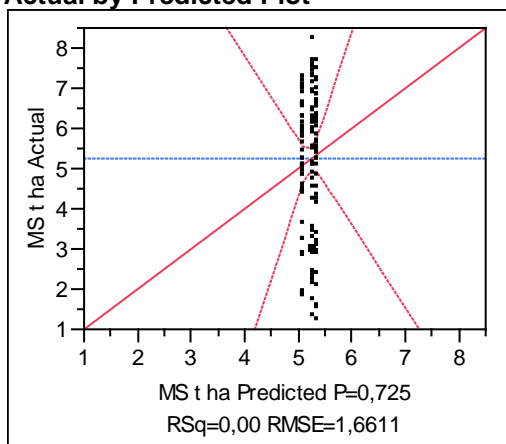
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.23. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable producció de matèria seca total (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response MS t ha

Whole Model

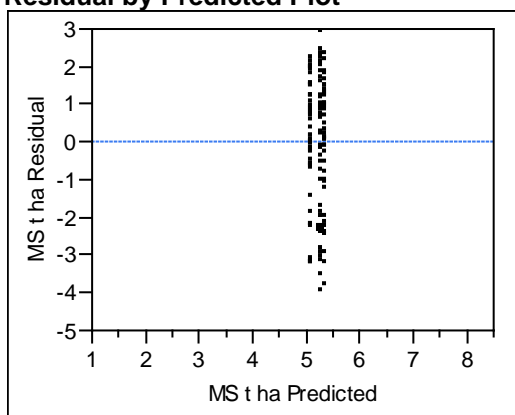
Actual by Predicted Plot



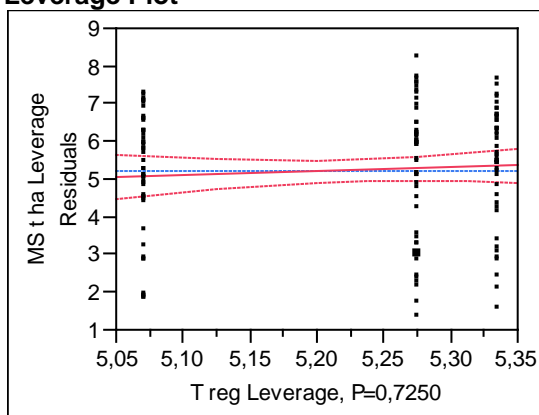
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	1,7785694	0,3223	0,7250

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	5,2743273	0,23976047	5,27433
200	5,0708952	0,24229769	5,07090
300	5,3351164	0,24762355	5,33512

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	0,20343	-0,0608
	0	0,34087	0,34468
	0	-0,6043	-0,8775
	0	1,01113	0,75592
200	-0,2034	0	-0,2642
	0,34087	0	0,34645
	-1,0111	0	-1,0851
	0,60426	0	0,55668
300	0,06079	0,26422	0
	0,34468	0,34645	0
	-0,7559	-0,5567	0
	0,8775	1,08513	0

Level		Least Sq Mean
300	A	5,3351164
100	A	5,2743273
200	A	5,0708952

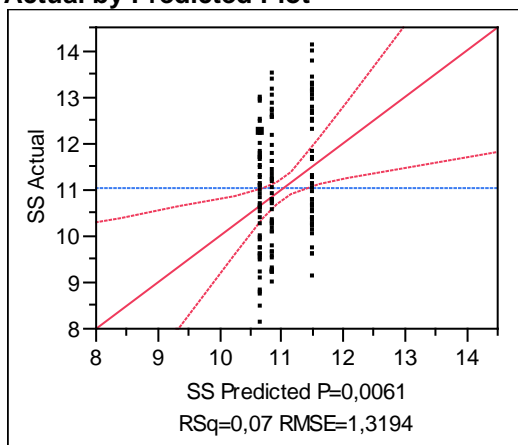
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.24. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable concentració de sòlids solubles (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response SS

Whole Model

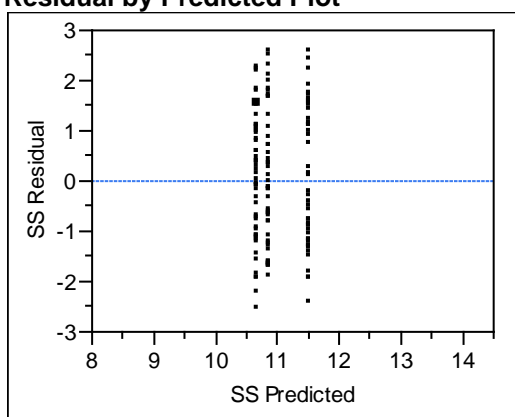
Actual by Predicted Plot



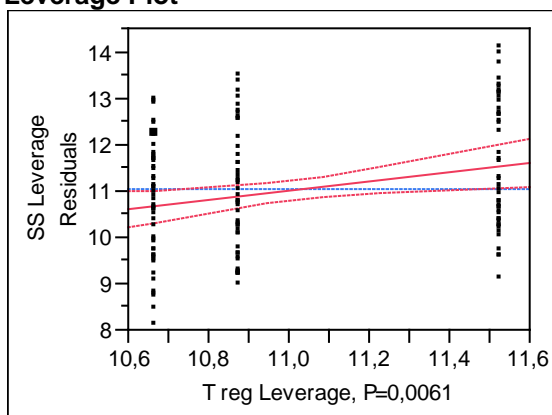
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	18,419119	5,2903	0,0061

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	10,666257	0,19043948	10,6663
200	10,874511	0,19245477	10,8745
300	11,523921	0,19668505	11,5239

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,2083	-0,8577
	0	0,27075	0,27377
	0	-0,8498	-1,5064
	0	0,43329	-0,209
200	0,20825	0	-0,6494
	0,27075	0	0,27518
	-0,4333	0	-1,3014
	0,8498	0	0,00263
300	0,85766	0,64941	0
	0,27377	0,27518	0
	0,20896	-0,0026	0
	1,50637	1,30145	0

Level		Least Sq Mean
300	A	11,523921
200	A B	10,874511
100	B	10,666257

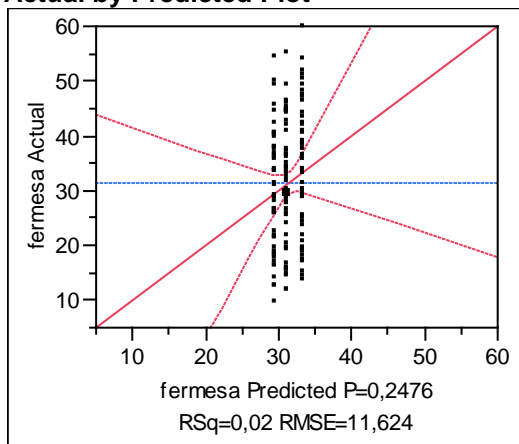
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.25. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable fermesa (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response fermesa

Whole Model

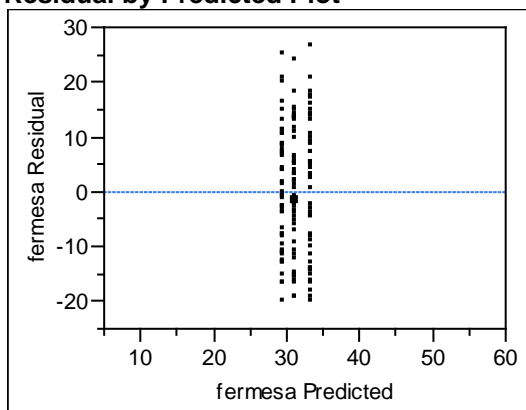
Actual by Predicted Plot



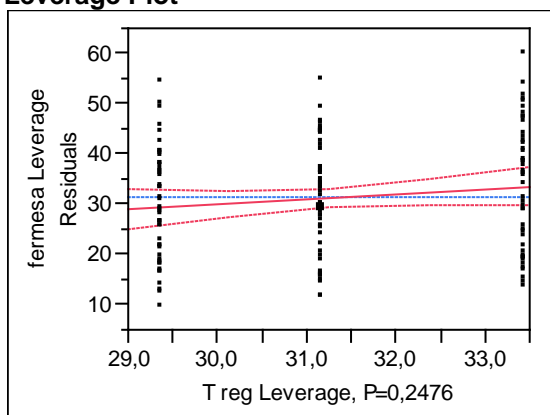
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	381,13619	1,4103	0,2476

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	31,167810	1,6778204	31,1678
200	29,367512	1,6955756	29,3675
300	33,433257	1,7328455	33,4333

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$
0,050 Q=
2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	1,8003	-2,2654
	0	2,38538	2,41202
	0	-3,8519	-7,9807
	0	7,45246	3,44982
200	-1,8003	0	-4,0657
	2,38538	0	2,4244
	-7,4525	0	-9,8104
	3,85186	0	1,67887
300	2,26545	4,06574	0
	2,41202	2,4244	0
	-3,4498	-1,6789	0
	7,98071	9,81036	0

Level		Least Sq Mean
300	A	33,433257
100	A	31,167810
200	A	29,367512

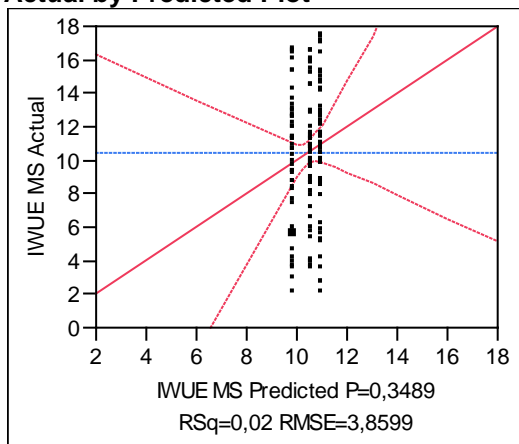
Levels not connected by same letter are significantly different.

Taula 3.26. Resultat de l'anàlisi de variància i separació de mitjanes per la variable IWUE (anys 2006, 2007, 2008 i 2009).

Response IWUE MS

Whole Model

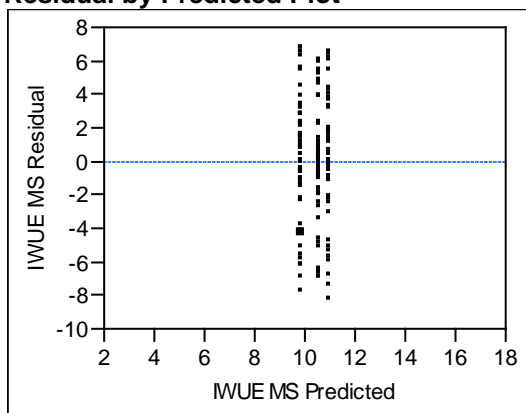
Actual by Predicted Plot



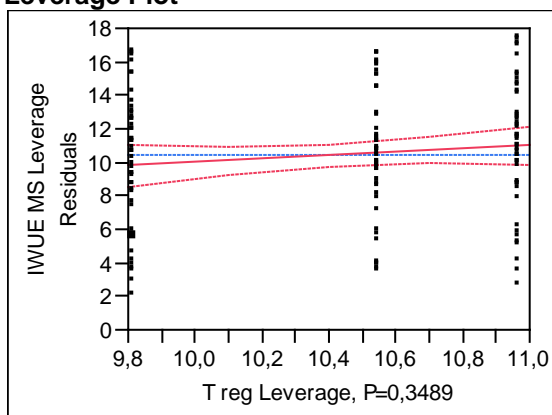
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
T reg	2	2	31,616074	1,0610	0,3489

Residual by Predicted Plot



T reg Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
100	9,813206	0,55712289	9,8132
200	10,545778	0,56301854	10,5458
300	10,961781	0,57539405	10,9618

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha =$

0,050 Q=

2,3695

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j]	100	200	300
Std Err Dif			
Lower CL Dif			
Upper CL Dif			
100	0	-0,7326	-1,1486
	0	0,79207	0,80091
	0	-2,6094	-3,0463
	0	1,14424	0,74919
200	0,73257	0	-0,416
	0,79207	0	0,80503
	-1,1442	0	-2,3235
	2,60938	0	1,4915
300	1,14857	0,416	0
	0,80091	0,80503	0
	-0,7492	-1,4915	0
	3,04634	2,32351	0

Level		Least Sq Mean
300	A	10,961781
200	A	10,545778
100	A	9,813206

Levels not connected by same letter are significantly different.